VŨ THỊ PHÁT MINH - CHÂU VĂN TẠO - NGUYỄN HOÀNG HƯNG
Khoa Vật lí - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên
Đại học Quốc gia TP HCM

GIẢI BÀI TẬP
VẬT LÍ 12

(CHƯƠNG TRÌNH NÂNG CAO)

(Tái bản lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

VŨ THỊ PHÁT MINH - CHÂU VĂN TẠO - NGUYỄN HOÀNG HƯNG
Khoa Vật lí - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên
Đại học Quốc gia TP.HCM

GIẢI BÀI TẬP
VẬT LÍ 12

(CHƯƠNG TRÌNH NÂNG CAO)

(Tái bản lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

GIẢI BÀI TẬP VẬT LÍ 12
(Chương trình nâng cao)
VŨ THỊ PHÁT MINH - CHÂU VĂN TẠO - NGUYỄN HOÀNG HƯNG

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
16 Hàng Chuối – Hai Bà Trưng – Hà Nội
Điện thoại: (04) 39714896: (04) 39724770; Fax: (04) 39714899

Chịu trách nhiệm xuất bản:
Giám đốc: PHÙNG QUỐC BẢO
Tổng biên tập: PHẠM THỊ TRÂM

Chịu trách nhiệm nội dung
Biên tập: NGUYỄN THỦY
Trình bày bìa: QUỐC VIỆT

Đối tác liên kết xuất bản:

CÔNG TY SÁCH – THIẾT BỊ GIÁO DỤC ĐỨC TRÍ

Mã số: 1L - 101 ĐH2009
In 3.000 cuốn, khổ 16 x 24cm tại Trung tâm Mỹ thuật ứng dụng
Số xuất bản: 345-2009/CXB/48-54/ĐHQGHN, ngày 24/04/2009
Quyết định xuất bản số: 101 LK-TN/XB
In xong và nộp lưu chiểu quý II năm 2009.

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn sách này được biên soạn theo chương trình **Vật lí lớp 12 - Chương trình nâng cao** của Bộ Giáo dục và Đào tạo áp dụng từ năm học 2008 – 2009.

Mục tiêu của cuốn sách này là bám sát nội dung chương trình, hướng dẫn và giải đáp các câu hỏi và bài tập nhằm giúp cho các em học sinh có tài liệu tham khảo trong việc tự kiểm tra kiến thức của mình trong quá trình học.

Ngoài ra chúng tôi cũng cung cấp thêm một số bài tập luyện tập để giúp các em học sinh có thêm tư liệu trong việc luyện tập, củng cố và nâng cao kiến thức.

Mặt khác, các tác giả cũng muốn cung cấp cho các vị phụ huynh và các thầy cô giáo tài liệu tham khảo để hướng dẫn cho con em và học sinh của mình trong quá trình học tập.

Cuốn sách này cũng là tài liệu bổ ích giúp cho các em học sinh ôn tập trong các kì thi quan trọng cuối bậc Trung học Phổ thông.

Để độc giả tiện theo dõi, chúng tôi trình bày nội dung theo bố cục phân bố bài học của chương trình **Vật lí 12 – Chương trình nâng cao**.

Bố cục mỗi bài gồm:

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Mặc dù rất cố gắng, nhưng chắc chắn không tránh khỏi sai sót. Rất mong sự đóng góp ý kiến xây dựng của các em học sinh, quí vị phụ huynh và các thầy cô giáo.

CÁC TÁC GIẢ

CHƯƠNG I – ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN

Bài 1 – CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Tọa độ góc***
    - Vị trí củavật tại mỗi thời điểm sẽ được xác định bằng góc φ giữa mặt phẳng động cắt qua vật và mặt phẳng cố định (hai mặt phẳng này đều chứa trục quay).
    - Góc φ được gọi là góc quay của vật quanh trục, hay còn gọi là tọa độ góc của vật.
    - Góc φ đo bằng radian (rad).
2. ***Tốc độ góc***
    - Tốc độ góc là đại lượng đặc trưng cho độ quay nhanh chậm của vật rắn.
    - Tốc độ góc trung bình ω_{tb} của vật rắn trong khoảng thời gia Δt là:

    $$\omega_{tb} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

    - Tốc độ góc tức thời: $\omega = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ hay $\omega = \varphi'(t)$
    - Đơn vị của tốc độ góc là rad/s
3. ***Gia tốc góc***
    - Gia tốc góc trung bình γ_{tb} của vật trong khoảng thời gian Δt là:

    $$\gamma_{tb} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

    - Gia tốc góc tức thời: $\gamma = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ hay $\gamma = \omega'(t)$
    - Gia tốc góc tức thời (gọi tắt là gia tốc góc) của vật rắn quay quanh một trục là đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên của tốc độ góc ở một thời điểm đã cho.
    - Đơn vị của gia tốc góc là rad/s^2.
4. ***Các phương trình động học của chuyển động quay***
    - Chuyển động quay đều: $\varphi = \varphi_0 + \omega t$
    - Chuyển động quay biến đổi đều:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t \; ; \quad \varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2$$

$$\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma(\varphi - \varphi_0)$$

(φ_0, ω_0 là tọa độ góc và tốc độ góc lúc $t = 0$)

5. ***Vận tốc và gia tốc của các điểm trên vật quay***

- Hệ thức liên hệ giữa tốc độ góc ω và tốc độ dài v cách trục quay đoạn r: $v = \omega r$
- Nếu vật rắn quay đều thì mỗi điểm của vật có gia tốc hướng tâm:

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

- Nếu vật rắn quay không đều, ngoài thành phần gia tốc hướng tâm a_n, còn có thành phần gia tốc tiếp tuyến:

$$a_t = r\gamma$$

- Gia tốc toàn phần của điểm chuyển động tròn không đều:
  - ○ Về độ lớn: $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$
  - ○ Về hướng, vectơ $\vec{a}$ hợp với bán kính góc α:

$$\tan\alpha = \frac{a_t}{a_n} = \frac{\gamma}{\omega^2}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Trên hình 1.1SGK, khi vật rắn quay quanh trục Az thì các điểm M, N trên vật sẽ chuyển động như thế nào?

Trả lời

Khi vật rắn quay quanh trục Az thì các điểm M, N trên vật sẽ vạch những đường tròn nằm trong các mặt phẳng vuông góc với trục quay, có bán kính bằng khoảng cách từ điểm đó đến trục quay, có tâm trên trục quay.

C2. Một đĩa compac (CD) trong ổ đọc của một máy vi tính đang quay đều với tốc độ quay 450 vòng/phút. Hãy xác định tốc độ góc của đĩa bằng đơn vị rad/s.

Trả lời

Ta có 1 vòng bằng 2π rad, 1 phút bằng 60 giây.

Do đó, tốc độ góc của đĩa bằng:

$$\omega = 450\frac{\text{vòng}}{\text{phút}} = 450.\frac{2\pi\,\text{rad}}{60\text{s}} = 47{,}12\,\text{rad/s}$$

Đáp số: ω = 47,12 rad/s

C3. Trên hình 1.3SGK, một bánh xe đạp quay theo chiều ngược với chiều kim đồng hồ từ lúc đứng yên, sau 2s nó đạt được tốc độ góc 10 rad/s. Gia tốc góc trung bình trong thời gian đó của bánh xe có giá trị bằng bao nhiêu?

Trả lời

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của bánh xe. Áp dụng công thức tính gia tốc góc trung bình, ta được:

$$\gamma_{tb} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t} = \frac{10 - 0}{2} = 5\ rad/s^2$$

Đáp án: 5 rad/s²

C4. Dựa vào sự tương ứng giữa các đại lượng góc trong chuyển động quay biến đổi đều quanh trục cố định với các đại lượng dài trong chuyển động thẳng biến đổi đều, hãy điền vào các ô trống công thức tương tự ở cột bên cạnh trong bảng 1.2.

Bảng 1.2

Chuyển động quay (quanh trục cố định)	*Chuyển động thẳng biến đổi đều*
?	$v = v_o + at$
$\varphi = \varphi_o + \omega_o t + \frac{1}{2}\gamma t^2$	?
?	$v^2 - v_o^2 = 2a(x - x_o)$

Trả lời

Chuyển động quay (quanh trục cố định)	*Chuyển động thẳng biến đổi đều*
$\omega = \omega_o + \gamma t$	$v = v_o + at$
$\varphi = \varphi_o + \omega_o t + \frac{1}{2}\gamma t^2$	$x = x_o + v_o t + \frac{1}{2}at^2$
$\omega^2 - \omega_o^2 = 2\gamma(\varphi - \varphi_o)$	$v^2 - v_o^2 = 2a(x - x_o)$

C5. Trong hình 1.5SGK, hãy so sánh gia tốc hướng tâm của điểm N trên vành đĩa với điểm M cách trục quay một khoảng cách bằng nửa bán kính của đĩa.

Trả lời

Ta có khoảng cách r_N từ điểm N đến trục quay so với khoảng cách r_M từ điểm M đến trục quay: $r_N = 2r_M$.

M và N cùng nằm trên đĩa nên có cùng vận tốc góc: $\omega_N = \omega_M$

Mặt khác, ta có công thức tính gia tốc hướng tâm như sau: $a_n = \omega^2 r$

Do đó: $$\frac{a_{nN}}{a_{nM}} = \frac{\omega_N^2 r_N}{\omega_M^2 r_M} = \frac{\omega_M^2 2r_M}{\omega_M^2 r_M} = 2$$

Hay: $a_{nN} = 2a_{nM}$

Đáp án: $a_{nN} = 2a_{nM}$

C6. Khi vật quay không đều, vectơ gia tốc $\vec{a}$ của mỗi điểm trên vật rắn có đặc điểm gì khác với khi vật quay đều?

Trả lời

- Khi vật quay không đều: $a_t \neq 0$; $a_n \neq 0$

  gia tốc toàn phần của điểm chuyển động tròn không đều:
  - Về độ lớn: $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$
  - Về hướng, vectơ $\vec{a}$ hợp với bán kính góc α: $\tan\alpha = \dfrac{a_t}{a_n} = \dfrac{\gamma}{\omega^2} \neq 0$

  ⇒ vectơ $\vec{a}$ hợp với bán kính góc $\alpha \neq 0$.
- Khi vật quay đều, thành phần gia tốc tiếp tuyến $a_t = 0$; $a_n \neq 0$.
  - Về độ lớn: $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} = a_n$
  - Về hướng, vectơ $\vec{a}$ hợp với bán kính góc α: $\tan\alpha = \dfrac{a_t}{a_n} = 0$

  ⇒ vectơ $\vec{a}$ trùng với bán kính và hướng về tâm quĩ đạo.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

?

1. Nêu sự tương ứng giữa các đại lượng góc trong chuyển động quay và các đại lượng dài trong chuyển động thẳng.

Trả lời

Sự tương ứng giữa các đại lượng góc trong chuyển động quay và các đại lượng dài trong chuyển động thẳng:

Chuyển động quay	Chuyển động thẳng
▪ Gia tốc góc: γ ▪ Tốc độ góc: ω ▪ Toạ độ góc: φ	▪ Gia tốc dài: a ▪ Tốc độ dài: v ▪ Toạ độ: x

2. Viết các phương trình của chuyển động quay biến đổi đều của vật rắn quanh một trục cố định.

Trả lời

- Gia tốc góc: $\gamma = \text{const}$
- Tốc độ góc: $\omega = \omega_o + \gamma t$ (ω_o là vận tốc góc ban đầu)
- Toạ độ góc: $\varphi = \varphi_o + \omega_o t + \dfrac{1}{2}\gamma t^2$ (φ_o là tọa độ góc ban đầu)
- Công thức độc lập với thời gian:

$$\omega^2 - \omega_o^2 = 2\gamma(\varphi - \varphi_o)$$

3. Viết các công thức tính gia tốc tiếp tuyến, gia tốc hướng tâm của một điểm chuyển động tròn không đều.

Trả lời

Gia tốc tiếp tuyến: $a_t = R\gamma$

Gia tốc hướng tâm : $a_{ht} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

▼

1.1. Một cánh quạt dài 20 cm, quay với tốc độ góc không đổi là $\omega = 94$ rad/s . Tốc độ dài của một điểm ở vành cánh quạt bằng:

A. 37,6 m/s. B. 23,5 m/s. C. 18,8 m/s. D. 47 m/s.

Hướng dẫn giải

Tốc độ dài của một điểm ở vành cánh quạt:

$$v = \omega r = 94 \,.\, 0{,}2 = 18{,}8 \text{ m/s}.$$

Đáp án: C

1.2. Hai học sinh A và B đứng trên chiếc đu quay tròn, A ở ngoài rìa, B ở cách tâm một đoạn bằng nửa bán kính của đu. Gọi ω_A, ω_B, γ_A, γ_B lần lượt là tốc độ góc và gia tốc góc của A và B. Kết luận nào sau đây đúng?

A. $\omega_A = \omega_B$, $\gamma_A = \gamma_B$. B. $\omega_A > \omega_B$, $\gamma_A > \gamma_B$.

C. $\omega_A < \omega_B$, $\gamma_A = 2\gamma_B$. D. $\omega_A = \omega_B$, $\gamma_A > \gamma_B$.

Hướng dẫn giải

Khi chiếc đu quay tròn, tất cả các điểm trên đu có cùng tốc độ góc. Do đó, học sinh A và B đều đứng trên chiếc đu quay tròn nên: $\omega_A = \omega_B$.

A ở ngoài rìa, B ở cách tâm nửa bán kính: $r_A = 2r_B$.

Mà "Gia tốc góc tức thời γ của vật rắn quay quanh một trục là đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên của tốc độ góc ở một thời điểm đã cho" nên gia tốc góc chỉ phụ thuộc vào sự thay đổi của vận tốc góc chứ không phụ thuộc vào bán kính. Do đó: $\gamma_A = \gamma_B$.

Đáp án: A

1.3. Một điểm trên vật rắn cách trục quay một khoảng R. Khi vật rắn quay đều quanh trục, điểm đó có tốc độ dài là v. Tốc độ góc của vật rắn là:

A. $\omega = \frac{v}{R}$ B. $\omega = \frac{v^2}{R}$ C. $\omega = vR$ D. $\omega = \frac{R}{v}$

Hướng dẫn giải

Tốc độ góc của vật rắn là: $\omega = \frac{v}{R}$

Đáp án: A

1.4. Bánh đà của một động cơ từ lúc khởi động đến lúc đạt tốc độ góc 140 rad/s phải mất 2 s. Biết động cơ quay nhanh dần đều. Góc quay của bánh đà trong thời gian trên bằng .

A. 140 rad. B. 70 rad. C. 35 rad. D. 35π rad.

Hướng dẫn giải

Bánh đà khởi động từ trạng thái nghỉ nên: $\omega_o = 0$; $\omega_t = 140 rad/s$

Thời gian tăng tốc độ ω_o đến ω_t là: $t = 2s$

Gia tốc góc của bánh đà: $\gamma = \frac{\omega_t - \omega_o}{t} = \frac{140-0}{2} = 70 \text{ rad/s}^2$

Góc quay của bánh đà trong thời gian 2s trên là:

$$\varphi = \omega_o t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = 0.2 + \frac{1}{2}70.2^2 = 140 \text{ rad}$$

Đáp án: A

1.5. Một bánh xe quay nhanh dần đều quanh trục. Lúc t = 0 bánh xe có tốc độ góc 5 rad/s. Sau 5 s, tốc độ góc của nó tăng lên đến 7 rad/s. Gia tốc góc của bánh xe là:

A. 0,2 rad/s^2. B. 0,4 rad/s^2. C. 2,4 rad/s^2. D. 0,8 rad/s^2.

Hướng dẫn giải

Tại thời điểm $t_o = 0$, bánh xe có tốc độ góc $\omega_o = 5 rad/s$.

Sau 5s, tại thời điểm $t_1 = 5s$, bánh xe có tốc độ góc $\omega_1 = 7 rad/s$.

Gia tốc góc của bánh xe là: $\gamma = \frac{\omega_1 - \omega_o}{t_1 - t_o} = \frac{7-5}{5-0} = 0{,}4 \text{ rad/s}^2$

Đáp án: B

1.6. Rôto của một động cơ quay đều, cứ mỗi phút quay được 3000 vòng. Trong 20 s, rôto quay được một góc bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Rôto cứ mỗi phút quay được 3 000 vòng ⇒ vận tốc góc của rôto là:

$$\omega = 3000\frac{\text{vòng}}{\text{phút}} = 3000.\frac{2\pi \text{rad}}{60s} = 100\pi \text{ rad/s}$$

$$\Rightarrow \omega = 100\pi \text{ rad/s}.$$

Vậy trong 20 s, rôto quay được một góc bằng:

$$\varphi = \omega t = 100\pi.20 = 2000\pi \text{ rad}$$

Đáp số: $\varphi = 2000\pi$ rad

1.7. Một cánh quạt của máy phát điện chạy bằng sức gió có đường kính 80 m, quay với tốc độ 45 vòng/phút. Tính vận tốc dài tại một điểm nằm ở vành cánh quạt.

Hướng dẫn giải

Bán kính của cánh quạt: $r = ½ d = 40$ m

Vận tốc góc: $\omega = 45$ vòng/phút hay $\omega = 1{,}5\pi$ rad/s

Vận tốc dài tại một điểm nằm ở vành cánh quạt:

$$v = \omega r = 1{,}5\pi \,.\, 40 = 188{,}5 \text{ m/s}$$

Đáp số: 188,5 m/s

1.8. Tại thời điểm $t = 0$, một bánh xe đạp bắt đầu quay quanh một trục với gia tốc góc không đổi. Sau 5 s nó quay được một góc 25 rad. Tính tốc độ góc và gia tốc góc của bánh xe tại thời điểm $t = 5$ s.

Hướng dẫn giải

Tại thời điểm ban đầu, bánh xe đạp bắt đầu quay quanh một trục nên tốc độ góc ban đầu và vị trí góc ban đầu của bánh xe lần lượt là: $\omega_1 = 0$, $\varphi_1 = 0$.

Sau 5 s nó quay được một góc 25 rad nên ta có tại thời điểm $t = 5$ s, $\varphi_2 = 25$ rad.

Từ các phương trình động học của chuyển động quay, ta có hệ hai phương trình:

$$\omega_2 = \omega_1 + \gamma t \qquad (1)$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \omega_1 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 \qquad (2)$$

Thế $\omega_1 = 0$, $\varphi_1 = 0$, $t = 5$ s, $\varphi_2 = 25$ rad vào hệ phương trình trên và giải, ta rút ra được nghiệm của hệ phương trình là: $\omega_2 = 10$ rad/s và $\gamma = 2$ rad/s^2.

Vậy tại thời điểm $t = 5$ s, tốc độ góc của bánh xe là $\omega_2 = 10$ rad/s, và gia tốc góc của bánh xe là $\gamma = 2$ rad/s^2

Đáp số: 10 rad/s; 2 rad/s^2

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

1.9. Chọn phát biểu đúng

Phương trình nào sau đây biểu diễn mối quan hệ giữa vận tốc góc ω và thời gian t trong chuyển động quay nhanh dần đều của vật rắn quay quanh một trục cố định?

A. $\omega = -3 + 2t$ (rad/s) B. $\omega = 3 - 2t$ (rad/s)

C. $\omega = 3 + 2t^2$ (rad/s) D. $\omega = -3 - 2t$ (rad/s)

1.10. Chọn câu trả lời đúng

Một vật chuyển động trên một đường tròn có tọa độ góc phụ thuộc vào thời gian t với biểu thức: $\theta = 0{,}5t^2 + 2$ (rad; s). Khi $t = 1$ s vận tốc dài của vật bằng 2 m/s. Gia tốc toàn phần của vật là:

A. 2 m/s^2 B. $2\sqrt{2}$ m/s^2 C. $4\sqrt{2}$ m/s^2 D. $4\sqrt{2}$ m/s^2

1.11. Điền các đại lượng chưa biết vào bảng sau:

	γ	Δω	Δt
a)	?	100 rad/s	5 s
b)	+0,5 rad/s^2	?	0,1 s
c)	?	2 vòng/s	3,14 s

1.12. Một đĩa mài quay với gia tốc không đổi: $\gamma = 0{,}35$ rad/s^2.

a) Đĩa bắt đầu quay từ trạng thái nghỉ ở vị trí $\theta_0 = 0$. Hỏi vận tốc góc và số vòng quay được sau thời gian t = 18s?

b) Giả sử lúc đầu đĩa đã có vận tốc góc $\omega_0 = -4{,}55$ rad/s^2. Hỏi vào thời điểm nào thì đĩa dừng lại?

1.13. Động cơ của một máy li tâm tăng tốc từ trạng thái nghỉ đến 20.000 vòng/phút trong 5 phút. Hãy xác định:

a) Gia tốc góc trung bình.

b) Số vòng quay được trong thời gian đó.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

1.9. ***D***

Trong chuyển động quay nhanh dần đều của vật rắn quay quanh một trục cố định, vận tốc góc phụ thuộc vào thời gian theo dạng: $\omega = \omega_0 + \gamma t$.

Và véc tơ vận tốc góc $\vec{\omega}$ và gia tốc góc $\vec{\gamma}$ phải cùng phương chiều, tức là:

Nếu $\omega_0 > 0$ thì γ phải > 0 ; Nếu $\omega_0 < 0$ thì γ phải < 0

⇒ Phương trình biểu diễn mối quan hệ giữa vận tốc góc ω và thời gian t trong chuyển động quay nhanh dần đều của vật rắn quay quanh một trục cố định là:

$$\omega = -3 - 2t \text{ (rad/s)}.$$

1.10. ***B***

Vận tốc góc của vật ở thời điểm t = 1 s là: $\omega = \theta' = t = 1$ rad/s

Bán kính quĩ đạo R của chuyển động của vật là: $R = \dfrac{v}{\omega} = \dfrac{2}{1} = 2$ m

Gia tốc góc của vật là: $\gamma = \omega' = 1$ rad/s^2

Gia tốc tiếp tuyến của vật là: $a_t = R\gamma = 2 \,.\, 1 = 2$ m/s^2

Gia tốc pháp tuyến của vật là: $a_n = R\omega^2 = 2 \,.\, 1^2 = 2$ m/s^2

Gia tốc toàn phần của vật là: $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} = 2\sqrt{2}$ m/s^2

1.11.

	γ	Δω	Δt
a)	***20 rad/s²***	100 rad/s	5 s
b)	+0,5 rad/s²	***0,05 rad/s***	0,1 s
c)	***4 rad/s²***	2 vòng/s	3,14 s

a) $\gamma = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t} = \dfrac{100}{5} = 20$ rad/s^2.

b) $\gamma = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t} \Rightarrow \Delta\omega = \gamma.\Delta t = 0{,}5 \,.\, 0{,}1 = 0{,}05$ rad/s

c) 2 vòng/s ≈ 4π rad/s $\Rightarrow \gamma = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t} = \dfrac{4\pi}{3{,}14} \approx 4$ rad/s^2

1.12. Chọn gốc tọa độ để $\varphi_0 = 0$; Theo đề $\omega_0 = 0$

a) Vận tốc góc của đĩa tại thời điểm t = 18 s là:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t = 0{,}35 \,.\, 18 = 6{,}3 \text{ rad/s}$$

Tọa độ góc ở thời điểm t = 18 s:

$$\varphi_t = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = 0,5\,.\,0,35\,.\,18^2 = 56,7 \text{ rad}$$

Số vòng quay được sau thời gian t = 18s:

$$n = \frac{\varphi_t - \varphi_0}{2\pi} = \frac{56,7 - 0}{2\pi} \approx 9 \text{ vòng}$$

b) Vì $\omega_0 = -4,55$ rad/s < 0 và $\gamma = 0,35$ rad/s > 0 nên ban đầu đĩa quay theo chiều âm và chậm dần.

Gọi t_1 là thời điểm đĩa dừng lại, khi đó $\omega_1 = 0$, ta có:

$$t_1 = \frac{\omega_1 - \omega_0}{\gamma} = \frac{0 - (-4,55)}{0,35} = 13 \text{ s}$$

Đáp số: a) 9 vòng; b) 13 s

1.13.

a) Ta có: vận tốc góc $\omega_0 = 0$; t = 5 phút = 300 s

$$\omega_t = 20000\frac{\text{vòng}}{\text{phút}} = 20\,000.\frac{2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}} = \frac{2000\pi}{3} \text{rad / s}$$

Gia tốc góc trung bình của động cơ:

$$\gamma_{tb} = \bar{\gamma} = \frac{\omega_t - \omega_0}{t - t_0} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\frac{2000\pi}{3}}{300} = \frac{20\pi}{9} \text{rad / s}^2$$

b) Góc của động cơ quay được trong thời gian 5 phút:

$$\omega_t^2 - \omega_o^2 = 2\gamma\,\varphi \Rightarrow \varphi = \frac{\omega_t^2 - \omega_0^2}{2\gamma} = \frac{\left(\frac{2000\pi}{3}\right)^2 - 0}{2.\frac{20\pi}{9}} = 100000\pi \text{ vòng}$$

Số vòng động cơ quay được trong thời gian 5 phút:

$$n = \frac{\varphi - \varphi_0}{2\pi} = \frac{100000\pi}{2\pi} = 50000 \text{ vòng}$$

Đáp số: a) $\frac{20\pi}{9}$ rad/s^2 ; b) 50000 vòng

Bài 2 – PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LỰC HỌC CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Mối liên hệ giữa gia tốc góc và momen lực

a) *Momen lực đối với một trục quay*

$$M = Fd$$

M: momen lực, đơn vị là N.m

F: lực tác dụng

d: cánh tay đòn của lực (khoảng cách từ trục quay đến giá của lực)

b) *Mối liên hệ giữa gia tốc góc và momen lực*

- Trường hợp vật rắn là một chất điểm: $M = (mr^2)\gamma$

  r là khoảng cách từ chất điểm đang xét đến trục quay.
- Trường hợp vật rắn gồm nhiều chất điểm: $M = \Sigma M_i = (m_i r_i^2)\gamma$

2. Momen quán tính

Momen quán tính I là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật rắn trong chuyển động quay.

$$I = \Sigma m_i r_i^2$$

I: momen quán tính, đơn vị là kg.m^2

Momen quán tính của một vật phụ thuộc vào khối lượng và sự phân bố khối lượng đối với trục quay.

Momen quán tính của một thanh mỏng có chiều dài L, khối lượng m, quay quanh một trục đi qua tâm và vuông góc với thanh:

$$I = \frac{1}{12}mL^2$$

Momen quán tính của một cái đĩa hoặc một hình trụ đặc, có bán kính R và khối lượng m, quay quanh một trục đi qua tâm và vuông góc với đĩa hoặc trụ đặc là: $I = \frac{1}{2}mR^2$

Momen quán tính của một hình cầu rỗng, có bán kính R và khối lượng m, quay quanh một trục đi qua tâm là: $I = \frac{2}{5}mR^2$

3. Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục

Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục:

$$M = I\gamma$$

với γ là gia tốc góc.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Khi dùng tay đẩy (hoặc kéo) cánh cửa, ta có thể thay đổi các yếu tố nào để làm cánh cửa quay càng mạnh?

Trả lời

Theo công thức tính momen lực: $M = Fd$, để cánh cửa quay càng mạnh, thì M phải càng lớn. Tức là, hoặc ta tăng lực tác dụng lên cánh cửa (F), hoặc ta tăng khoảng cách từ vị trí tác dụng lực đến trục quay (chiều dài cánh tay đòn d), hoặc tăng cả F và d.

C2. Vì sao trong chuyển động quay quanh một trục chúng ta không quan tâm đến lực pháp tuyến $\vec{F}_n$.

Trả lời

Lực pháp tuyến $\vec{F}_n$ là lực hướng tâm, nó làm thay đổi phương chiều của véctơ vận tốc dài trong chuyển động quay, mà không đóng góp vào sự thay đổi độ lớn của vận tốc dài (tốc độ), tốc độ góc và gia tốc góc của chuyển động quay của vật. Vì vậy người ta không quan tâm đến lực pháp tuyến $\vec{F}_n$ trong chuyển động quay quanh một trục.

C3. Từ phương trình $M = \sum M_i = \left(\sum m_i r_i^2\right)\gamma$ ta có thể rút ra nhận xét gì về ý nghĩa vật lí của đại lượng $\sum m_i r_i^2$.

Trả lời

So sánh phương trình $M = \sum M_i = \left(\sum m_i r_i^2\right)\gamma$ với phương trình của định luật II Niutơn $\vec{F} = m\vec{a}$, ta thấy đại lượng $\sum m_i r_i^2$ tương đương với khối lượng m. Mà khối lượng m là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật; vậy đại lượng $\sum m_i r_i^2$ cũng đặc trưng cho mức quán tính của vật trong chuyển động quay và gọi là momen quán tính của vật.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Viết biểu thức và nêu ý nghĩa của mômen quán tính của một vật rắn đối với chuyển động quay.

Trả lời

Momem quán tính của một vật phụ thuộc vào khối lượng và sự phân bố khối lượng đối với trục quay.

$$I = \Sigma m_i r_i^2$$

I là momen quán tính, đơn vị là $kg.m^2$

Ý nghĩa: Momen quán tính I là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật rắn trong chuyển động quay.

2. Viết phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định và lí giải vì sao có thể gọi phương trình này là phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn.

Trả lời

- Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục:

$$M = I\gamma$$

γ là gia tốc góc; I là momen quán tính của vật đối với trục quay đó.

- Có thể gọi phương trình này là phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn vì nó tương đương với phương trình cơ bản của động lực học (phương trình của định luật II Niu-tơn):

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Trong đó các đại lượng tương đương:

Chuyển động quay	Chuyển động
▪ Mômen lực M	▪ Lực $\vec{F}$
▪ Mômen quán tính I	▪ Khối lượng m
▪ Gia tốc góc γ	▪ Gia tốc dài: $\vec{a}$

▼

2.1. Một momen lực không đổi tác dụng vào một vật có trục quay cố định. Trong những đại lượng dưới đây, đại lượng nào **không phải** là một hằng số?

A. Momen quán tính. B. Gia tốc góc.
C. Khối lượng. D. Tốc độ góc.

Hướng dẫn giải

Trục quay và vật là cố định nên momen quán tính và khối lượng của vật là hằng số. Momen lực không đổi tác dụng vào vật nên gia tốc góc của vật là không đổi. Do gia tốc góc không đổi nên tốc độ góc của vật sẽ thay đổi theo thời gian.

Đáp án: D

2.2. Hai chất điểm có khối lượng 1 kg và 2 kg gắn ở hai đầu của một thanh nhẹ có chiều dài 1m. Momen quán tính của hệ đối với trục quay đi qua trung điểm của thanh và vuông góc với thanh có giá trị nào sau đây?

A. 1,5 kg.m^2. B. 0,75 kg.m^2. C. 0,5 kg.m^2. D. 1,75 kg.m^2.

Hướng dẫn giải

Trục quay đi qua trung điểm của thanh nên khoảng cách từ hai chất điểm đến trục quay bằng ½ lần chiều dài của thanh và bằng 0,5 m.

Momen quán tính của hệ đối với trục quay đi qua trung điểm của thanh và vuông góc với thanh có giá trị:

$$I = \Sigma m_i r_i^2 = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 = 1.0,5^2 + 2.0,5^2 = 0,75 \text{ kg.m}^2$$

Đáp án: B

2.3. Chọn phát biểu đúng.

Momen quán tính của một vật rắn không phụ thuộc vào

A. khối lượng của vật. B. tốc độ góc của vật.

C. kích thước và hình dạng vật. D. vị trí trục quay của vật.

Hướng dẫn giải

Momen quán tính của một vật rắn tính bởi công thức:

$$I = \Sigma m_i r_i^2$$

⇒ momen quán tính sẽ phụ thuộc vào khối lượng và vị trí trục quay của vật.

Mặt khác, momen quán tính của một vật phụ thuộc vào khối lượng và sự phân bố khối lượng đối với trục quay nên nó phụ thuộc vào kích thước và hình dạng của vật.

⇒ Momen quán tính của một vật rắn không phụ thuộc vào tốc độ góc của vật.

Đáp án: B

2.4. Phát biểu nào sau đây **không đúng** với chuyển động quay đều của vật rắn quanh một trục?

A. Tốc độ góc là một hàm bậc nhất đối với thời gian.

B. Gia tốc góc của vật bằng 0.

C. Trong những khoảng thời gian bằng nhau, vật quay được những góc bằng nhau.

D. Phương trình chuyển động là một hàm bậc nhất đối với thời gian.

Hướng dẫn giải

Vật rắn chuyển động quay đều nên gia tốc của vật bằng không.

Vật rắn chuyển động quay đều nên tốc độ góc của vật không đổi và luôn bằng một hằng số ⇒ tốc độ góc không đổi theo thời gian.

Do quay đều nên trong những khoảng thời gian bằng nhau, vật quay được những góc bằng nhau ⇒ phương trình chuyển động là một hàm bậc nhất đối với thời gian.

⇒ Phát biểu A không đúng.

Đáp án: A

2.5. Một cậu bé đẩy một chiếc đu quay có bán kính 2 m với một lực 60 N, đặt tại vành của chiếc đu theo phương tiếp tuyến. Momen lực tác dụng vào đu quay có giá trị nào sau đây?

A. 30 N.m. B. 15 N.m. ~~C. 20 N.m.~~ D. 120 N.m.

Hướng dẫn giải

Lực đặt tại vành của chiếc đu theo phương tiếp tuyến nên chiều dài của cánh tay đòn cũng chính là bán kính của chiếc đu: d = r = 2 m.

Momen lực tác dụng vào đu quay có giá trị:

$$M = Fd = 60 \,.\, 2 = 120 \text{ N.m}$$

Đáp án: D

2.6. Một đĩa tròn đồng chất có bán kính R = 0,5 m, khối lượng m = 1 kg. Tính momen quán tính của đĩa đối với trục vuông góc với mặt đĩa tại tâm O của đĩa.

Hướng dẫn giải

Momen quán tính của đĩa đối với trục vuông góc với mặt đĩa tại tâm O của đĩa được tính bằng công thức: $I = \frac{1}{2}mR^2 = \frac{1}{2}.1 \,.\, 0,5^2 = 0,125 \text{ kg.m}^2$

Đáp án: 0,125 kg.m²

2.7. Một ròng rọc có bán kính 20 cm có momen quán tính 0,04 kg.m² đối với trục của nó. Ròng rọc chịu một lực không đổi 1,2 N tiếp tuyến với vành Lúc đầu ròng rọc đứng yên. Tính tốc độ góc của ròng rọc sau khi quay được 5 s. Bỏ qua mọi lực cản.

Hướng dẫn giải

$R = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$; $I = 0,04 \text{ kg.m}^2$; $F = 1,2 \text{ N}$; $\omega_{t=5s} = ?$

Ròng rọc chịu một lực không đổi tiếp tuyến với vành, nên độ dài cánh tay đòn của momen lực tác dụng vào trục quay là: d = R = 0,2 m

⇒ Momen lực đối với trục quay là: $M = Fd$ (1)

Mặt khác, theo phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục ta có momen lực tính như sau: $M = I\gamma$ (2)

Từ (1) và (2) ta tính được gia tốc góc của ròng rọc là:

$$\gamma = \frac{Fd}{I} = \frac{1,2.0,2}{0,04} = 6 \text{ rad/s}^2$$

Lúc đầu ròng rọc đứng yên nên vận tốc góc ban đầu $\omega_o = 0$.

Tốc độ góc của ròng rọc sau khi quay được 5 s:

$$\omega_t = \omega_o + \gamma t = 0 + 6.5 = 30 \text{ rad/s}$$

Đáp số 30 rad/s

2.8. Một bánh xe có momen quán tính đối với trục quay cố định là 6 kg.m² đang đứng yên thì chịu tác dụng của một momen lực 30 N.m đối với trục quay. Bỏ qua mọi lực cản. Sau bao lâu, kể từ khi bắt đầu quay, bánh xe đạt ới tốc độ góc 100 rad/s?

Hướng dẫn giải

$I = 6 \text{ kg.m}^2$; $M = 30 \text{ N.m}$; $\omega_t = 100 \text{ rad/s}$; $t = ?$

Gia tốc của bánh xe:

$$M = I\gamma \Rightarrow \gamma = \frac{M}{I} = \frac{30}{6} = 5\ \text{rad/s}^2$$

Trước khi bị lực tác dụng, bánh xe đứng yên $\Rightarrow$ vận tốc góc ban đầu $\omega_0 = 0$.

Thời gian để bánh xe đạt tốc độ góc 100 rad/s:

$$t = \frac{\omega_t - \omega_0}{\gamma} = \frac{100 - 0}{5} = 20\ \text{s}$$

Đáp số: 20 s

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

2.9. Khi nào lực tác dụng vào vật có trục quay làm cho nó quay? Không làm cho nó quay?

2.10. Chọn câu trả lời đúng

Một vật rắn phẳng, mỏng có dạng một hình vuông ABCD, cạnh là a = 50 cm. Người ta tác dụng vào vật một ngẫu lực nằm trong mặt phẳng của hình vuông. Các lực có độ lớn 10 N và đặt vào hai đỉnh A và C. Momen của ngẫu lực trong trường hợp các lực vuông góc với AC là:

A. 5 N.m B. $5\sqrt{2}$ N.m C. 500 N.m D. $500\sqrt{2}$ N.m

2.11. Chọn câu trả lời đúng

Một momen lực 75 N.m tác dụng vào bánh xe, làm cho bánh xe quay nhanh dần đều từ nghỉ với gia tốc góc là 15 rad/s^2. Momen quán tính của bánh xe có giá trị nào sau đây?

A. 12,5 kg.m^2. B. 6,25 kg.m^2. C. 2,5 kg.m^2. D. 5 kg.m^2.

2.12. Chọn câu trả lời đúng

Một lực tiếp tuyến 10 N tác dụng vào vành ngoài của một bánh xe có đường kính 80 cm. Bánh xe quay từ nghỉ và sau 1,5 giây thì quay được một vòng đầu tiên. Mômen quán tính của bánh xe là :

A. 0,72 kg.m^2 B. 0,96 kg.m^2. C. 1,91 kg.m^2. D. 4,5 kg.m^2.

2.13. Một đĩa mỏng, phẳng, đồng chất có bán kính 2 m có thể quay được xung quanh một trục đi qua tâm và vuông góc với mặt phẳng đĩa. Tác dụng vào đĩa một momen lực 360 N.m không đổi, đĩa chuyển động quay quanh trục với gia tốc góc 45 rad/s^2. Bỏ qua mọi lực cản. Tính khối lượng của đĩa bằng:

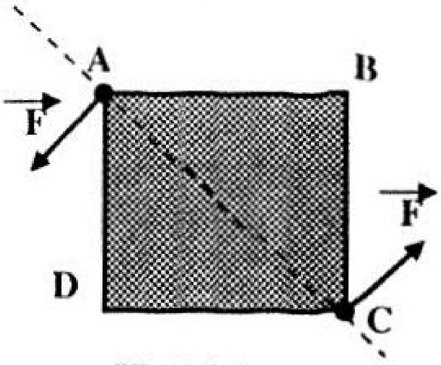
A. 4 kg B. 2 kg C. 1 kg D một giá trị khác.

2.14. Hai vật nhỏ khối lượng $m_1 = 1$ kg, $m_2 = 4$ kg nối với nhau bằng một sợi dây (khối lượng không đáng kể) vắt qua ròng rọc có trục quay nằm ngang và cố định. Momen quán tính của ròng rọc đối với trục quay là $I = 10$ kg.m^2. Bán kính ròng rọc là R = 50 cm. Dây không trượt trên ròng rọc khi quay. Bỏ qua mọi lực cản. Xác định gia tốc chuyển động của m_1 và m_2.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

2.9. Lực tác dụng vào vật có trục quay làm cho nó quay khi giá của lực không đi qua trục quay hoặc không song song với trục quay.

2.10. ***B***



Hình 2.1

$a = 50$ cm; $F = 10$ N; $\vec{F} \perp AC$.

Các lực vuông góc với AC như hình 2.1.

Mô men lực khi đó:

$$M = F.d = F.AC = F.a\sqrt{2}$$

$$\Rightarrow M = 10.0{,}5\sqrt{2} = 5\sqrt{2} \text{ N.m}$$

2.11. ***D***

Momen lực tác dụng vào bánh xe được tính theo công thức: $M = I\gamma$

$\Rightarrow$ Momen quán tính của bánh xe có giá trị:

$$I = \frac{M}{\gamma} = \frac{75}{15} = 5 \text{ kg.m}^2$$

2.12. ***C***

Ta có: $F.R = M = I.\gamma$

Với $\gamma = \frac{\omega - \omega_o}{\Delta t} = \frac{2\pi}{1{,}5} = \frac{4\pi}{3}$ rad/s^2

Mômen quán tính của bánh xe là:

$$I = \frac{F.R}{\gamma} = \frac{10.0{,}8}{\frac{4\pi}{3}} \approx 1{,}91 \text{kg.m}^2$$

2.13. ***A***

$R = 2$ m; $M = 360$ N.m; $\gamma = 45$ rad/s^2; $m = ?$

Momen lực được tính bằng: $M = I\gamma$

Do vật là đĩa tròn nên momen quán tính I được tính bằng công thức:

$$I = \frac{1}{2}mR^2 \Rightarrow M = \frac{1}{2}mR^2\gamma$$

Khối lượng của đĩa bằng: $m = \frac{2M}{R^2\gamma} = \frac{2.360}{2^2.45} = 4$ kg

2.14. Từ hình 2.2, ta có: $T_1' = T_1$; $T_2' = T_2$

Áp dụng định luật II Niutơn cho vật m_1 và m_2 ta có:

$$T_1 - P_1 = m_1a \Rightarrow T_1 = m_1a + m_1g \quad (1)$$

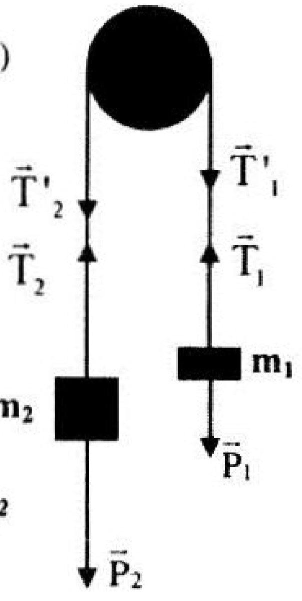
$$P_2 - T_2 = m_2a \Rightarrow T_2 = m_2g - m_2a \quad (2)$$

Áp dụng phương trình động lực học cho chuyển động quay của ròng rọc:

$$M = (T_2' - T_1')R = (T_2 - T_1)R = I\gamma \qquad (3)$$

Hệ thức giữa gia tốc dài và gia tốc góc:

$$\gamma = \frac{a}{R} \Rightarrow (3):\ T_2 - T_1 = I\frac{a}{R^2} \qquad (4)$$



Hình 2.2

Thế (1) và (2) vào (4) ta được:

$$m_2g - m_2a - m_1a - m_1g = I\frac{a}{R^2}$$

Gia tốc chuyển động của m_1 và m_2 là:

$$\Rightarrow a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}} = \frac{(4-1).9,8}{4+1+\frac{10}{0,5^2}} \approx 0,65\ m/s^2$$

Đáp số: $a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}} = 0,65\ m/s^2$

Bài 3 – MOMEN ĐỘNG LƯỢNG
ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN MOMEN ĐỘNG LƯỢNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Momen động lượng***

Momen động lượng của vật rắn có momen quán tính I có tốc độ góc ω đối với trục quay là:

$$L = I\omega$$

L: momen động lượng ($kg.m^2/s$)
I: momen quán tính ($kg.m^2$)
ω: vận tốc góc (rad/s)

2. ***Dạng khác của phương trình động học của vật rắn quay quanh một trục***

$$M = \frac{\Delta L}{\Delta t}$$

3. ***Định luật bảo toàn momen động lượng***

Nếu tổng các momen lực tác dụng lên một vật rắn (hay hệ vật) đối với một trục bằng không thì momen động lượng của vật (hay hệ vật) đối với trục đó được bảo toàn.

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \text{ hay } \Sigma L_i = \text{const}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. So sánh phương trình $M = \frac{\Delta L}{\Delta t}$ với phương trình:

$$F = ma = m\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

Trong đó p = mv là động lượng của chất điểm, ta có thể rút ra nhận xét gì về ý nghĩa vật lí của đại lượng L = Iω.

Trả lời

So sánh phương trình $F = ma = m\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ và $M = \frac{\Delta L}{\Delta t}$ ta thấy mômen động lượng L trong chuyển động quay tương đương với động lượng p trong chuyển động.

Mà ta biết, về ý nghĩa độ biến thiên của động lượng Δp = F.Δt là xung của lực tác dụng F trong thời gian Δt.

Vậy độ biến thiên của mômen động lượng ΔL = M.Δt là xung của mômen lực tác dụng M trong thời gian Δt của chuyển động quay quanh trục.

C2. Một quả bowling (dạng một quả cầu đặc) có momen quán tính đối với trục đối xứng của nó là 20 kg.m^2, lăn với tốc độ góc 40 rad/s (hình 3.1SGK) có momen động lượng bằng bao nhiêu?

Trả lời

Momen động lượng của quả bowling:

$$L = I\omega = 20 \cdot 40 = 800 \text{ kg.m}^2/\text{s}$$

Đáp số: 800 kg.m^2/s

C3. Dựa vào định luật bảo toàn momen động lượng, hãy giải thích sự khác biệt của chuyển động quay ở hai tư thế trên hình 3.2SGK.

Trả lời

Momen động lượng của người cầm tạ đứng trên bàn xoay là L = Iω. Nghĩa là nó phụ thuộc vào momen quán tính I và tốc độ góc ω.

Theo định luật bảo toàn momen động lượng thì L là hằng số, do đó để tăng tốc độ góc ω thì ta phải giảm momen quán tính I. Mà momen quán tính $I = \Sigma m_i r_i^2$ với m_i là khối lượng của thành phần thứ i và r_i là khoảng cách từ m_i đến trục quay.

Khi người đó dang tay ra, r tăng nên I tăng ⇒ vận tốc góc ω giảm ⇒ bàn xoay chậm lại.

Khi người đó thu tay lại gần sát người, r giảm nên I giảm ⇒ vận tốc góc ω tăng ⇒ bàn xoay nhanh hơn.

C4. Vì sao khi nhảy từ ván cầu xuống nước, vận động viên thường thực hiện động tác gập người và bó gối thật chặt lúc xoay người ở trên không? Sau đó, họ phải làm thế nào để ngừng quay và lao mình vào trong nước?

Trả lời

Xem câu 2, mục C hướng dẫn trả lời câu hỏi và bài tập cơ bản bài học 3.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Phát biểu định luật bảo toàn mômen động lượng.

Trả lời

Nếu tổng đại số các momen lực tác dụng lên một vật rắn (hay hệ vật) đối với một trục bằng không thì momen động lượng của vật (hay hệ vật) đối với trục đó được bảo toàn.

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \text{ hay } \Sigma L_i = \text{const}$$

2. Các vận động viên bơi lội khi nhảy từ ván cầu xuống nước có động tác "bó gối" thật chặt lúc ở trên không. Giải thích tại sao làm như thế lại tăng tốc độ quay? Sau đó, họ phải làm thế nào để ngừng quay và lao mình trong nước?

Trả lời

Mômen quán tính $I = \Sigma m_i r_i^2$, trong đó khối lượng m của vận động viên là không đổi. Các vận động viên bơi lội khi nhảy từ ván cầu xuống nước có động tác "bó gối" thật chặt lúc ở trên không là để giảm mômen quán tính I. Theo định luật bảo toàn mômen động lượng:

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \text{ hay } L = I.\omega = \text{const}$$

nên khi đó tốc độ quay ω tăng.

Ngược lại, để ngừng quay và lao mình trong nước, vận động viên phải duỗi thẳng người ra để lao xuống nước và khi vào đến nước thì dang tay ra để tăng I và giảm ω để quay chậm lại.

▼

3.1. Một vật có momen quán tính 0,72 kg.m^2 quay 10 vòng trong 1,8 s. Momen động lượng của vật có độ lớn bằng:

A. 4 kg.m^2/s. B. 8 kg.m^2/s. C. 13 kg.m^2/s. D. 25 kg.m^2/s.

Hướng dẫn giải

Momen động lượng của vật có độ lớn bằng:

$$L = I\omega = 0{,}72.\frac{10.2.\pi}{1{,}8} \approx 25 \text{ kg.m}^2\text{/s.}$$

Đáp án: D

3.2. Hai đĩa tròn có momen quán tính I_1 và I_2 đang quay đồng trục và cùng chiều với tốc độ góc ω_1 và ω_2 (hình 3.3SGK). Ma sát ở trục quay nhỏ không đáng kể. Sau đó cho hai đĩa dính vào nhau, hệ quay với tốc độ góc ω có độ lớn xác định bằng công thức nào sau đây?

A. $\omega = \dfrac{I_1 + I_2}{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}$ B. $\omega = \dfrac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$

C. $\omega = \dfrac{I_1\omega_2 + I_2\omega_1}{I_1 + I_2}$ D. $\omega = \dfrac{I_1\omega_1 - I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$

Hướng dẫn giải

Momen động lượng của hệ hai đĩa trước khi hai đĩa dính vào nhau:

$$L = L_1 + L_2 = I_1\omega_1 + I_2\omega_2$$

Momen động lượng của hệ hai đĩa sau khi hai đĩa dính vào nhau:

$$L' = (I_1 + I_2)\omega$$

Theo định luật bảo toàn momen động lượng ta có:

$$L = L' \Rightarrow I_1\omega_1 + I_2\omega_2 = (I_1 + I_2)\omega$$

$$\Rightarrow \omega = \frac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$$

Đáp án: B

3.3. Một người đứng trên một chiếc ghế đang quay, hai tay cầm hai quả tạ. Khi người ấy dang tay theo phương ngang, ghế và người quay với tốc độ góc ω (hình 3.4a.SGK). Ma sát ở trục quay nhỏ không đáng kể. Sau đó người ấy co tay lại kéo hai quả tạ vào gần sát vai (hình 3.4b.SGK). Tốc độ góc mới của hệ "người + ghế"

A. tăng lên. B. giảm đi.

C. lúc đầu tăng, sau đó giảm bằng 0. D. lúc đầu giảm, sau đó bằng 0.

Hướng dẫn giải

Khi người ấy co tay lại kéo hai quả tạ vào gần sát vai thì khoảng cách từ trục quay đến các khối lượng thành phần của hệ "người + ghế" cụ thể là từ trục quay đến tay và hai quả tạ, bị thu ngắn lại, r giảm.

Theo công thức tính momen quán tính $I = \Sigma m_i r_i^2$ thì khi r giảm (chú ý là khối lượng của hệ không thay đổi) thì I giảm.

Theo định luật bảo toàn momen động lượng thì momen động lượng của hệ: $L = I\omega$ không đổi. Do đó, nếu I giảm thì ω phải tăng. Nghĩa là tốc độ góc mới của hệ "người + ghế" sẽ tăng lên.

Mặt khác, ma sát ở trục quay nhỏ không đáng kể nên hệ không bị mất năng lượng. Do đó tốc độ góc mới của hệ sẽ không bị giảm do ma sát.

Đáp án: A

3.4. Một đĩa tròn đồng chất có bán kính R = 0,5 m, khối lượng m = 1 kg quay đều với tốc độ góc ω = 6 rad/s quanh một trục thẳng đứng đi qua tâm của đĩa. Tính momen động lượng của đĩa đối với trục quay đó.

Hướng dẫn giải

Momen động lượng của đĩa đối với trục quay:

$$L = I\omega = \frac{1}{2}mR^2\omega = \frac{1}{2}.1.0,5^2.6 = 0,75\ kg.m^2/s$$

Đáp số: 0,75 kg.m²/s

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

3.5. Chọn câu trả lời đúng

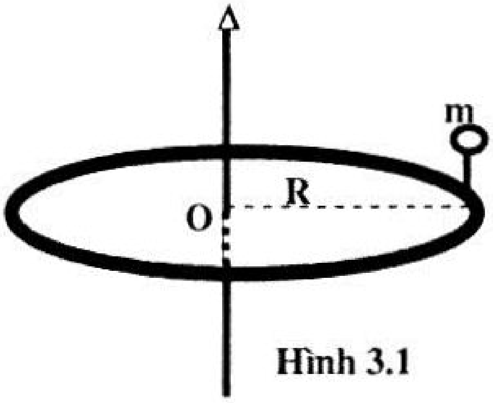
Một người khối lượng m đang đứng ở mép một sàn hình tròn nằm ngang. Sàn có khối lượng M = 2m và có thể quay trong mặt phẳng nằm ngang quanh một trục cố định, thẳng đứng đi qua tâm sàn như hình 3.1. Bỏ qua các lực cản. Lúc đầu người và sàn đứng yên. Người đó chạy quanh mép sàn theo chiều kim đồng hồ với vận tốc góc ω thì sàn:

A. quay ngược chiều kim đồng hồ quanh trục quay với vận tốc góc lớn hơn ω.

B. quay ngược chiều kim đồng hồ quanh trục quay với vận tốc góc bằng ω.

C. quay ngược chiều kim đồng hồ quanh trục quay với vận tốc góc nhỏ hơn ω.

D. quay cùng chiều kim đồng hồ quanh trục quay với vận tốc góc nhỏ hơn ω.



Hình 3.1

3.6. Một người đứng thẳng tại tâm O của một cái bàn xoay hình tròn. Bàn đang quay quanh trục đối xứng thẳng đứng qua tâm của nó với vận tốc góc 0,3 vòng/s. Khi hai tay người này cầm hai quả tạ và dang ngang thì trong tư thế ấy, mômen quán tính của hệ "người + quả tạ + bàn" bằng 80 kg.m². Còn khi co hai tay lại thì mômen quán tính của hệ giảm 20 kg.m². Bỏ qua mọi lực cản. Vận tốc góc của bàn khi co tay bằng:

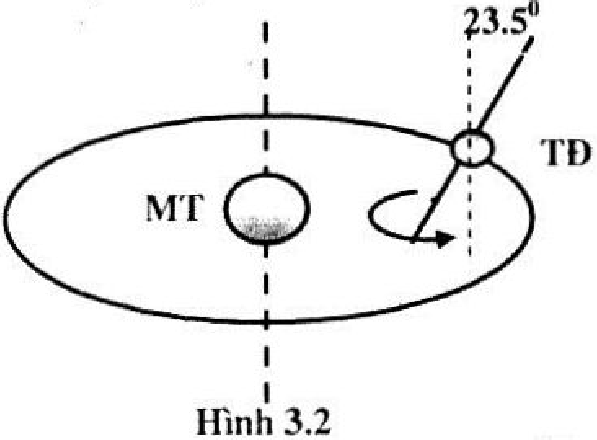
A. 0,225 vòng/s

B. 1,2 vòng/s

C. 0,4 vòng/s

D. một kết quả khác.

3.7. Coi Trái Đất là một quả cầu đồng tính. Cho biết Trái Đất có khối lượng M bằng 6.10^{24} kg, có bán kính R bằng $6,4.10^6$ m và ở cách Mặt Trời một khoảng r bằng $1,5.10^8$ km như hình 3.2. Hãy tính mômen động lượng của Trái Đất:



Hình 3.2

a) Trong chuyển động quay xung quanh trục của nó.

b) Trong chuyển động quay xung quanh Mặt Trời.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

3.5. ***B***

Momen quán tính của người đối với trục Δ là: $I_1 = mR^2$

Momen quán tính của sàn đối với trục Δ là:

$$I_2 = \frac{1}{2}MR^2 = \frac{1}{2}(2m)R^2 = I_1$$

Gọi ω_1 và ω_2 là vận tốc góc của người và sàn đối với trục quay Δ.

Theo định luật bảo toàn momen động lượng:

$$0 = I_1\omega_1 + I_2\omega_2 \Rightarrow \omega_2 = -\frac{I_1\omega_1}{I_2} = -\omega_1 = -\omega$$

Dấu trừ chỉ sàn quay ngược lại chiều của người đi, tức là sàn quay ngược chiều kim đồng hồ với vận tốc góc bằng ω.

3.6. ***C***

$$\omega_1 = 0{,}3 \text{ vòng/s};\ I_1 = 80 \text{ kg.m}^2;\ I_2 = 80 - 20 = 60 \text{ kg.m}^2$$

Theo định luật bảo toàn mômen động lượng :

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \Rightarrow \omega_2 = \frac{I_1}{I_2}\omega_1 = 0{,}4 \text{ vòng/s}$$

3.7.

a) Mômen quán tính của Trái Đất đối với trục qua tâm Trái Đất:

$$I_0 = \frac{2}{5}MR^2 = \frac{2}{5}\ .\ 6.10^{24}.\ (6{,}4.10^6)^2 = 9{,}8.10^{37}\text{ kg.m}^2$$

Vận tốc góc của Trái Đất tự quay quanh nó là:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{24\ .\ 3600} = 7{,}3.10^{-5}\text{ rad/s}$$

Mômen động lượng của Trái Đất trong chuyển động quay xung quanh trục của nó là:

$$L_0 = I_0\omega_0 = 9{,}8\ .\ 10^{37}.\ 7{,}3.10^{-5} = 7{,}15.10^{32}\text{ kg.m}^2\text{/s}$$

b) Mômen quán tính của Trái Đất đối với trục qua tâm Mặt Trời. Vì kích thước Trái Đất rất bé so với khoảng cách từ nó đến Mặt Trời Ta có thể tính:

$$I = Mr^2 = 6.10^{24}\ .\ (1{,}5.10^8\ .\ 10^3)^2 = 1{,}35\ .10^{47}\text{ kg.m}^2$$

Vận tốc góc của Trái Đất quay quanh Mặt Trời là:

$$\omega = \frac{2\pi}{365.24.3600} = 2\times10^{-7}\text{ rad/s}$$

Mômen động lượng của Trái Đất trong chuyển động quay xung quanh trục của Mặt Trời là:

$$L = I\omega = 1,35.10^{47}.2.10^{-7} = 2,7.10^{40}\,kg.m^2/s$$

Đáp số: a) $7,15.10^{32}$ kg.m^2/s; b) $2,7.10^{40}$ kg.m^2/s

Bài 4 – ĐỘNG NĂNG CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Động năng của một vật rắn quay quanh một trục cố định

Động năng của vật rắn là tổng động năng của tất cả các chất điểm tạo nên vật:

$$W_đ = \sum_i \frac{1}{2} m_i v_i^2 = \sum_i \frac{1}{2} m_i (\omega r_i)^2$$

m_i: khối lượng của chất điểm thứ i

r_i: khoảng cách từ chất điểm thứ i đến trục quay

Hay

$$W_đ = \frac{1}{2} I\omega^2$$

2. Định lí biến thiên động năng

Vật rắn quay quanh một trục quay cố định có độ biến thiên động năng bằng công của ngoại lực tác dụng lên vật:

$$\Delta W_đ = A = \frac{1}{2} I\omega_2^2 - \frac{1}{2} I\omega_1^2$$

Nếu vật rắn thực hiện đồng thời hai chuyển động quay quanh trục và tịnh tiến thì động năng của vật rắn

$$W_đ = (\frac{1}{2} I\omega_2^2 + \frac{1}{2} mv_2^2) - (\frac{1}{2} I\omega_1^2 + \frac{1}{2} mv_1^2)$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Nêu nhận xét về vai trò của mômen quán tính trong công thức tính động năng quay.

Trả lời

Xem câu 2, mục C hướng dẫn trả lời câu hỏi và bài tập cơ bản bài học 4.

C2. Chứng minh rằng, động năng của một vật rắn quay quanh trục cố định có thể viết dưới dạng $W_đ = \frac{L^2}{2I}$, trong đó I và L lần lượt là momen quán tính và momen động lượng của vật đối với trục quay đó.

Trả lời

Động năng của vật rắn là tổng động năng của tất cả các chất điểm tạo nên vật:

$$W_đ = \sum_i \frac{1}{2} m_i v_i^2 \text{ ; với } v_i = \omega r_i$$

m_i: khối lượng của chất điểm thứ i; r_i: khoảng cách từ chất điểm thứ i đến trục quay; v_i: vận tốc của chất điểm thứ i. Suy ra:

$$W_đ = \sum_i \frac{1}{2} m_i (\omega r_i)^2 = \sum_i \frac{1}{2} m_i (\omega r_i)^2 = \frac{1}{2}\omega \sum_i m_i r_i^2 = \frac{1}{2} I\omega^2$$

Mặt khác: $L = I\omega \Rightarrow W_đ = \frac{L^2}{2I}$ **(ĐPCM)**

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Viết biểu thức động năng của một vật rắn quay quanh một trục.

Trả lời

$$W_đ = \frac{1}{2} I\omega^2$$

$W_đ$ là động năng quay của vật rắn.

I là momen quán tính của vật đối với trục quay.

ω là vận tốc góc của vật rắn đối với trục quay.

2. Nêu nhận xét về vai trò của mômen quán tính trong công thức tính động năng quay.

Trả lời

So sánh công thức động năng của một vật rắn quay quanh một trục:

$$W_đ = \frac{1}{2} I\omega^2$$

với công thức động năng của một vật rắn chuyển động:

$$W_đ = \frac{1}{2} mv^2$$

ta thấy, mômen quán tính I đóng vai trò giống khối lượng m của vật.

▼

4.1. Một bánh đà có momen quán tính 2,5 kg.m^2 quay với tốc độ góc 8 900 rad/s. Động năng quay của bánh đà bằng:

A. 9,1.10^8 J. B. 11 125 J. C. 9,9.10^7 J. D. 22 250 J.

Hướng dẫn giải

Động năng quay của bánh đà bằng:

$$W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.2,5.(8\,900)^2 = 9,9.10^7\ J$$

Đáp án: C

4.2. Một đĩa tròn có momen quán tính I đang quay quanh một trục cố định với tốc độ góc ω_o. Ma sát ở trục quay nhỏ không đáng kể. Nếu tốc độ góc của đĩa giảm đi hai lần thì động năng quay và momen động lượng của đĩa đối với trục quay tăng hay giảm thế nào?

	Momen động lượng	**Động năng quay**
A.	Tăng bốn lần	Tăng hai lần
B.	Giảm hai lần	Tăng bốn lần
C.	Tăng hai lần	Giảm hai lần
D.	Giảm hai lần	Giảm bốn lần

Hướng dẫn giải

Động năng quay tính theo công thức: $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2$

Momen động lượng tính theo công thức: $L = I\omega$

Do đó, nếu tốc độ góc của đĩa giảm đi hai lần thì động năng quay giảm đi bốn lần và momen động lượng giảm đi hai lần.

Đáp án: D

4.3. Hai đĩa tròn có cùng momen quán tính đối với cùng trục quay đi qua tâm của các đĩa (hình 4.3 SGK). Lúc đầu đĩa (2) (ở phía trên) đang đứng yên, đĩa (1) quay với tốc độ góc ω_o. Ma sát ở trục quay nhỏ không đáng kể. Sau đó cho hai đĩa dính vào nhau, hệ quay với tốc độ góc ω. Động năng của hệ hai đĩa lúc sau tăng hay giảm bao nhiêu lần so với lúc đầu?

A. tăng ba lần.
B. giảm bốn lần.
C. tăng chín lần.
D. giảm hai lần.

Hướng dẫn giải

Momen động lượng của hệ hai đĩa trước khi hai đĩa dính vào nhau:

$$L = L_1 + L_2 = I_1\omega_o$$

Momen động lượng của hệ hai đĩa sau khi hai đĩa dính vào nhau:

$$L' = (I_1 + I_2)\omega$$

Theo định luật bảo toàn momen động lượng ta có:

$$L = L' \Rightarrow I_1\omega_o = (I_1 + I_2)\omega$$

Mà hai đĩa tròn có cùng momen quán tính nên:

$$I\omega_o = (I + I)\omega = 2I\omega \Rightarrow \omega_o = 2\omega$$

Động năng quay của hệ hai đĩa trước khi hai đĩa dính vào nhau:

$$W_{đ} = W_{đ1} + W_{đ2} = \frac{1}{2}I_1\omega_o^2 = \frac{1}{2}I\omega_o^2$$

Động năng quay của hệ hai đĩa sau khi hai đĩa dính vào nhau:

$$W_{đ}' = \frac{1}{2}(I_1 + I_2)\omega^2 = I\omega^2$$

Mà $\omega_o = 2\omega$ hay $\omega = \frac{1}{2}\omega_o \Rightarrow W_{đ}' = \frac{1}{4}I\omega_o^2$

Động năng của hệ hai đĩa lúc sau so với lúc đầu:

$$\frac{W_{đ}'}{W_{đ}} = \frac{\frac{1}{4}I\omega_o^2}{\frac{1}{2}I\omega_o^2} = \frac{1}{2} \Rightarrow W_{đ}' = \frac{1}{2}W_{đ}$$

Đáp án: D

4.4. Hai bánh xe A và B có cùng động năng quay, tốc độ góc $\omega_A = 3\omega_B$. Tỉ số momen quán tính $\frac{I_B}{I_A}$ đối với trục quay đi qua tâm của A và B có giá trị nào sau đây?

A. 3. B. 9. C. 6. D. 1.

Hướng dẫn giải

Hai bánh xe có cùng động năng quay:

$$W_A = W_B \Rightarrow \frac{1}{2}I_A\omega_A^2 = \frac{1}{2}I_B\omega_B^2$$

$$\Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \frac{\omega_A^2}{\omega_B^2} = \frac{(3\omega_B)^2}{\omega_B^2} = 9$$

Đáp án: B

4.5. Một đĩa tròn đồng chất có bán kính R = 0,5 m; khối lượng m = 1 kg quay đều với tốc độ góc ω = 6 rad/s quanh một trục thẳng đứng đi qua tâm của đĩa. Tính động năng của đĩa đối với trục quay đó.

Hướng dẫn giải

Động năng của đĩa đối với trục quay:

$$W_{đ} = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.(\frac{1}{2}mR^2)\omega^2 = \frac{1}{2}.[\frac{1}{2}.1.(0,5)^2].6^2 = 2,25\ \text{J}$$

Đáp số: 2,25 J

4.6. Một ròng rọc có momen quán tính đối với trục quay cố định là 10 kg.m^2 quay đều với tốc độ 60 vòng/phút. Tính động năng quay của ròng rọc đối với trục quay đó.

Hướng dẫn giải

Vận tốc góc của ròng rọc: ω = 60 vòng/phút = 1 vòng/s = 2π rad/s

Động năng quay của ròng rọc đối với trục quay:

$$W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.10.(2\pi)^2 \approx 197\ J$$

Đáp số: 197 J

4.7. Một bánh đà quay nhanh dần đều từ nghỉ và sau 5 s thì nó có tốc độ góc 200 rad/s và có động năng quay là 60 kJ. Tính gia tốc góc và momen quán tính của bánh đà đối với trục quay.

Hướng dẫn giải

Bánh đà quay nhanh dần đều từ nghỉ và sau 5 s thì nó có tốc độ góc 200 rad/s.

=> gia tốc góc của bánh đà đối với trục quay:

$$\gamma = \frac{\omega_t - \omega_o}{t} = \frac{200 - 0}{5} = 40\ rad/s^2$$

Ta có động năng quay của ròng rọc đối với trục quay: $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2$

Momen quán tính của bánh đà đối với trục quay:

$$I = \frac{2W_đ}{\omega^2} = \frac{2.60.10^3}{200^2} = 3\ kg.m^2.$$

Đáp số: 40 rad/s²; 3 kg.m²

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

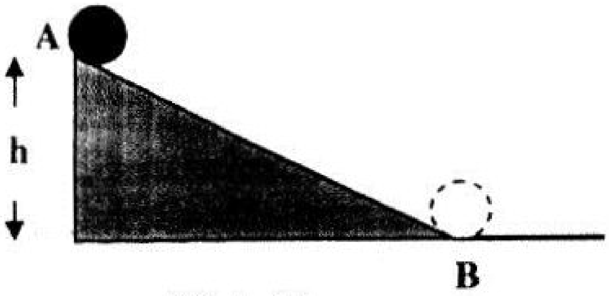
4.8. Chọn câu trả lời đúng

Một khối hình trụ đồng chất bán kính R, khối lượng m = 10 kg, lăn không trượt trên mặt đất với vận tốc v = 1 m/s. Động năng của nó là:

A. 2,5 J B. 5 J C.7,5 J D. một kết quả khác

4.9. Công cần phải thực hiện để tăng tốc một cánh quạt từ trạng thái nghỉ đến tốc độ góc 200 rad/s là 3000 J. Hỏi mômen quán tính của cánh quạt là bao nhiêu?

4.10. Cho một hình trụ đồng nhất bán kính R và khối lượng m bắt đầu lăn không trượt từ đỉnh A của một mặt phẳng nghiêng. Góc nghiêng của mặt phẳng bằng α, còn độ cao là h (h >> R). Hãy xác định vận tốc của khối tâm và vận tốc góc của hình trụ ở cuối mặt phẳng nghiêng (tới điểm B như hình 4.1). Bỏ qua lực ma sát.



Hình 4.1

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

4.8. *C*

Động năng của khối hình trụ đồng chất lăn không trượt gồm hai phần: động năng của chuyển động tịnh tiến và động năng của chuyển động quay quanh trục trùng với trục đối xứng của hình trụ:

$$W_đ = W_{đtt} + W_{đq}$$

Trong đó: $I = \frac{mR^2}{2}$; $\omega = \frac{v}{R}$ $\Rightarrow W_{đtt} = \frac{mv^2}{2}$; $W_{đq} = \frac{I.\omega^2}{2} = \frac{mv^2}{4}$

$$\Rightarrow W_đ = \frac{3mv^2}{4} = \frac{3.10.1^2}{4} = 7,5\ \text{J}$$

4.9. $A = 3000\ \text{J};\ \omega_1 = 0;\ \omega_2 = 200\ \text{rad/s}$

Theo định lí biến thiên động năng:

$$A = \frac{1}{2}I(\omega_2^2 - \omega_1^2) \Rightarrow A = \frac{1}{2}I\omega_2{}^2$$

Mômen quán tính của cánh quạt là:

$$\Rightarrow I = \frac{2A}{\omega_2{}^2} = \frac{2.3000}{200^2} = 0,15\ \text{kg.m}^2$$

Đáp số: $I = 0,15$ kg.m^2

4.10. Tại A: động năng của hình trụ $W_{đA} = 0$, thế năng $W_{tA} = mgh$ (1)

Tại B: thế năng $W_{tB} = 0$, còn động năng bằng:

$$W_{đB} = K = \frac{mv_c^2}{2} + \frac{I_c\omega^2}{2} \quad (2)$$

Theo định luật bảo toàn cơ năng ta phải có: $W_B = W_A$

Từ (1) và (2) suy ra: $$\frac{mv_c^2}{2} + \frac{I_c\omega^2}{2} = mgh \quad (3)$$

Vì không có sự trượt nên v_c và ω được liên hệ với nhau theo hệ thức:

$$v_c = R\omega \text{ hay } \omega = \frac{v_c}{R} \quad (4)$$

Mômen quán tính của hình trụ đối với trục đối xứng của nó là:

$$I_c = \frac{1}{2}mR^2$$

Từ (3) và (4) suy ra: $$\frac{3}{4}mv_c^2 = mgh$$

Vận tốc của khối tâm của hình trụ ở cuối mặt phẳng nghiêng: $v_c = 2\sqrt{\frac{gh}{3}}$

Vận tốc của hình trụ ở cuối mặt phẳng nghiêng: $\omega = \frac{v_c}{R} = \frac{2}{R}\sqrt{\frac{gh}{3}}$

Đáp số: $v_c = 2\sqrt{\frac{gh}{3}}$; $\omega = \frac{v_c}{R} = \frac{2}{R}\sqrt{\frac{gh}{3}}$

CHƯƠNG II – DAO ĐỘNG CƠ

Bài 6 – DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Định nghĩa

Dao động cơ học là chuyển động qua lại quanh một vị trí cân bằng, dao động cơ học có thể là tuần hoàn hoặc gần tuần hoàn.

2. Phương trình động lực học của dao động và các đại lượng đặc trưng

Phương trình dao động:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

x: li độ, tọa độ của vật tính từ vị trí cân bằng.

A: biên độ, là giá trị cực đại của li độ x ứng với lúc $\cos(\omega t + \varphi) = 1$.

$\omega t + \varphi$: pha dao động tại thời điểm t.

φ: pha ban đầu, tức là pha $\omega t + \varphi$ vào thời điểm t = 0.

ω: là tần số góc của dao động.

3. Chu kì và tần số của dao động điều hòa

- *Chu kì T* (tính bằng s) của chuyển động tuần hoàn là khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp vật đi qua cùng một vị trí với cùng chiều chuyển động:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{t}{N}$$

N là số dao động vật thực hiện trong thời gian t.

- *Tần số f* (tính bằng Hz) của dao động là số chu kì dao động thực hiện trong một đơn vị thời gian (s):

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{N}{t}$$

- *Tần số góc ω* : là đại lượng trung gian cho phép xác định chu kì T, tần số f (rad/s)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

4. Vận tốc và gia tốc trong dao động điều hòa

- Vận tốc bằng đạo hàm của li độ theo thời gian:

$$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) = \omega A\cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$$

$$v_{max} = \omega A$$

Đơn vị SI : m/s

- Gia tốc bằng đạo hàm của vận tốc theo thời gian:

$$a = v' = x'' = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$$

$$a_{max} = \omega^2 A$$

Đơn vị SI : m/s^2

5. *Công thức độc lập*

$$A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$$

- Ở vị trí cân bằng: $x = 0 \Rightarrow |v_{VTCB}| = v_{max} = \omega A$
- Ở vị trí biên: $x = \pm A \Rightarrow v = 0$

6. *Lực tác dụng = lực hồi phục:* là lực đưa vật về vị trí cân bằng.

$$\vec{F} = -k\vec{x} \quad \text{hay} \quad F = k|x|$$

Tại vị trí cân bằng: $\vec{F} = 0$

Lực tác dụng cực đại: $F_{max} = kA = m\omega^2 A$

Đơn vị SI: N (Niutơn)

7. *Con lắc lò xo*

a) Cấu tạo

Con lắc lò xo gồm:

- Lò xo có chiều dài tự nhiên l_0, độ cứng k, khối lượng không đáng kể.
- Vật nặng khối lượng m, kích thước không đáng kể.
- Một đầu của lò xo gắn vào một điểm cố định, đầu còn lại gắn với vật nặng.

b) Độ biến dạng của lò xo lúc vật ở vị trí cân bằng

$$\Delta l = l_{cb} - l_0$$

c) Ba loại con lắc lò xo chủ yếu

- *Con lắc lò xo nằm ngang*

$$\Delta\bar{l} = 0$$

- *Con lắc lò xo thẳng đứng*

$$k|\Delta l| = mg$$

- *Con lắc lò xo nằm trên mặt phẳng nghiêng một góc α so với mặt phẳng ngang*

$$k|\Delta l| = mg\sin\alpha$$

8. *Biểu diễn dao động điều hòa bằng vectơ quay*

Vectơ quay $\overrightarrow{OM}$, có độ dài là biên độ A quay đều quanh điểm O trong mặt phẳng chứa trục Ox với vận tốc góc là ω, biểu diễn dao động điều hòa, có hình chiếu trên trục x là li độ của dao động điều hòa:

$$ch_x\overrightarrow{OM} = A\cos(\omega t + \varphi)$$

9. ***Điều kiện ban đầu: sự kích thích dao động***
- Biên độ dao động A phụ thuộc vào các kích thích dao động.
- Pha ban đầu φ phụ thuộc vào cách chọn gốc thời gian $t = 0$.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Thay biểu thức $x" = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$ vào phương trình: $x" + \omega^2 x = 0$ thì vế đầu của phương trình này sẽ là thế nào?

Trả lời

$$x" + \omega^2 x = -\omega^2 x + \omega^2 x = 0$$

⇒ Thay $x" = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$ vào phương trình: $x" + \omega^2 x = 0$ thì vế đầu của phương trình này sẽ bằng 0.

C2. So sánh biên độ của li độ, của vận tốc và của gia tốc trong dao động điều hòa.

Trả lời

$$v_{max} = \omega A\ ;\ a_{max} = \omega^2 A = \omega v_{max}$$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Vẽ đồ thị li độ của dao động điều hòa sau đây: $x = 2\cos(\pi t - \frac{\pi}{4})$ (cm)

Ghi rõ tọa độ điểm giao của đường biểu diễn với trục tung (x) và trục hoành (t).

Trả lời

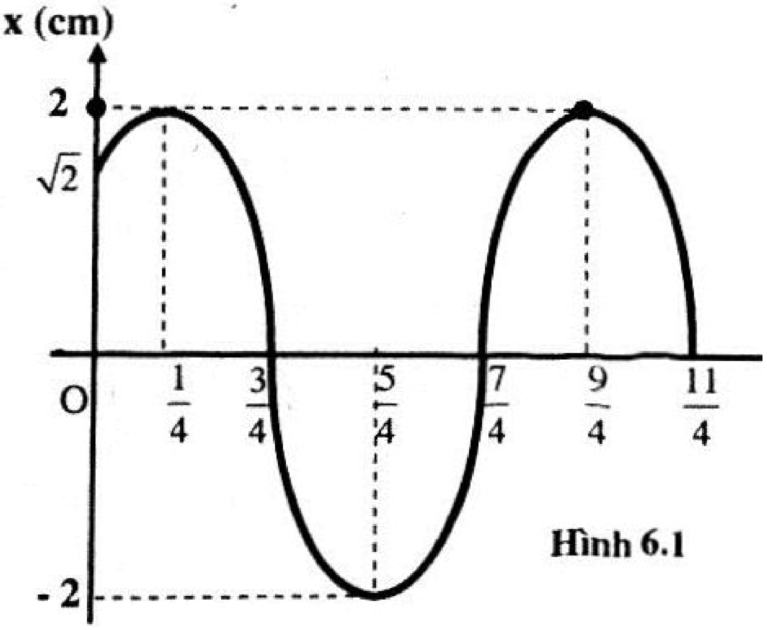
- Vẽ đồ thị li độ của dao động điều hòa: $x = 2\cos(\pi t - \frac{\pi}{4})$ (cm)

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\text{ s}$$

Bảng biến thiên:

t (s)	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{7}{4}$	$\frac{9}{4}$	$\frac{11}{4}$
x (cm)	$\sqrt{2}$	2	0	-2	0	2	0

Đồ thị của x được vẽ trên hình 6.1.



Hình 6.1

- Tọa độ điểm giao của đường biểu diễn với trục tung (x) khi: t = 0

$\Rightarrow x = 2\cos(-\frac{\pi}{4}) = \sqrt{2}$ cm

- Tọa độ điểm giao của đường biểu diễn với trục hoành (t) khi: x = 0

$\Rightarrow x = 2\cos(\pi t_n - \frac{\pi}{4}) = 0$

$\Rightarrow \cos(\pi t_n - \frac{\pi}{4}) = 0$

$\Rightarrow \pi t_n - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{2} + k\pi$

Vậy tọa độ điểm giao của đường biểu diễn với trục hoành (t) thỏa : $t_n = \frac{3}{4} + k$

$$\Rightarrow t_n = \frac{3}{4}\text{s} ; \frac{7}{4}\text{s} ; \frac{11}{4}\text{s} ; ...$$

2. Xét ba đại lượng đặc trưng A, φ, ω cho dao động điều hòa của một con lắc lò xo đã cho. Những đại lượng nào có thể có những giá trị khác nhau, tùy thuộc cách kích thích dao động ? Đại lượng nào có giá trị xác định đối với con lắc lò xo đã cho ?

Trả lời

- Những đại lượng có thể có những giá trị khác nhau, tùy thuộc cách kích thích dao động là A và φ.
- Đại lượng có giá trị xác định đối với con lắc lò xo đã cho là ω.

3. Nói rõ về thứ nguyên của các đại lượng A, φ, ω.

Trả lời

Thứ nguyên của các đại lượng A là mét (m) ; φ là rad ; ω là rad/s

4. So sánh các độ lớn cực đại của li độ, của vận tốc và của gia tốc trong dao động điều hòa.

Trả lời

$$v_{max} = \omega x_{max} ; a_{max} = \omega^2 x_{max} = \omega v_{max}$$

▼

6.1. Tốc độ của chất điểm dao động điều hòa có độ lớn cực đại khi

A. li độ cực đại.

B. gia tốc cực đại.

C. li độ bằng 0.

D. pha bằng $\frac{\pi}{4}$.

Hướng dẫn giải

Tốc độ của chất điểm dao động điều hòa có độ lớn phụ thuộc theo thời gian:

$$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) = \omega A\cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}) \leq \omega A$$

Vậy v cực đại khi: $\sin(\omega t + \varphi) = \pm 1$ (1)

hoặc $\cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}) = \pm 1$ (2)

Để (1) và (2) nghiệm đúng thì: $\omega t + \varphi = \frac{\pi}{2} + k\pi$

Lúc này, li độ có độ lớn :

$$x = A\cos(\omega t + \varphi) = A\cos(\frac{\pi}{2} + k\pi) = 0$$

Vậy tốc độ của chất điểm dao động điều hòa có độ lớn cực đại khi li độ bằng 0.

Đáp án: C

6.2. Gia tốc của chất điểm điều hòa bằng 0 khi

A. li độ cực đại. B. li độ cực tiểu.

C. vận tốc cực đại hoặc cực tiểu. D. vận tốc bằng 0.

Hướng dẫn giải

Gia tốc bằng đạo hàm của vận tốc theo thời gian:

$$a = v' = x'' = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$$

Để $a = 0$ thì $x = 0$ hoặc $v = \pm v_{max}$

Tức là $a = 0$ khi vận tốc $v = v_{max}$ hay $v = v_{min} = -v_{max}$

Vậy gia tốc của chất điểm điều hòa bằng 0 khi vận tốc cực đại hoặc cực tiểu.

Đáp án: C

6.3. Dao động cơ học điều hòa đổi chiều khi

A. lực tác dụng đổi chiều. B. lực tác dụng bằng 0.

C. lực tác dụng có độ lớn cực đại. D. lực tác dụng có độ lớn cực tiểu.

Hướng dẫn giải

Lực tác dụng lên vật có độ lớn tính bằng: $F = k|x|$

Dao động cơ học điều hòa đổi chiều tại các vị trí biên, khi đó:

$$x = \pm x_{max} = \pm A \Rightarrow F = F_{max} = kA$$

Tại các vị trí này lực tác dụng lên vật có độ lớn cực đại.

Đáp án: C

6.4. a) Thử lại rằng: $x = A_1\cos\omega t + A_2\sin\omega t$ (6.6.1)

trong đó A_1 và A_2 là hai hằng số bất kì cũng là nghiệm của phương trình:

$$x'' + \omega^2 x = 0 \qquad (6.6.2)$$

b) Chứng tỏ rằng, nếu chọn A_1 và A_2 trong biểu thức ở vế phải của (6.6.1) như sau:

$$A_1 = A\cos\varphi \qquad\qquad A_2 = -A\sin\varphi$$

Thì biểu thức ấy trùng với biểu thức ở vế phải của (6.6.1)

Hướng dẫn giải

a) Ta có:

$$x = A_1\cos\omega t + A_2\sin\omega t$$

$$\Rightarrow\ x' = -\,\omega A_1\sin\omega t + \omega A_2\cos\omega t \qquad (1)$$

$$\Rightarrow\ x'' = -\omega^2 A_1\cos\omega t - \omega^2 A_2\sin\omega t \qquad (2)$$

Thế (1) và (2) vào (6.6.2):

$$-\omega^2 A_1\cos\omega t - \omega^2 A_2\sin\omega t + \omega^2(A_1\cos\omega t + A_2\sin\omega t) = 0$$

Vậy $x = A_1\cos\omega t + A_2\sin\omega t$ là nghiệm của phương trình (6.6.2).

b) Thế $A_1 = A\cos\varphi$ và $A_2 = -A\sin\varphi$ vào (6.6.1), ta được:

$$x = A\cos\varphi\cos\omega t - A\sin\varphi\sin\omega t$$

$$\Rightarrow x = A(\cos\omega t\cos\varphi - \sin\omega t\sin\varphi) = A\cos(\omega t + \varphi)$$

$$x'' = -\,\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\,\omega^2 x \Rightarrow x'' + \omega^2 x = 0$$

Biểu thức trên chính là nghiệm của biểu thức (6.6.2).

6.5. Phương trình dao động của một vật là:

$$x = 6\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6})\ (\text{cm})$$

a) Xác định biên độ, tần số góc, chu kì và tần số của dao động.

b) Xác định pha của dao động tại thời điểm $t = \frac{1}{4}$ s, từ đó suy ra li độ tại thời điểm ấy.

c) Vẽ vectơ quay biểu diễn dao động tại thời điểm t = 0.

Hướng dẫn giải

Từ phương trình dao động của vật:

$$x = 6\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6})\ (\text{cm})$$

a) Biên độ: A = 6 cm; Tần số góc: $\omega = 4\pi$ rad/s

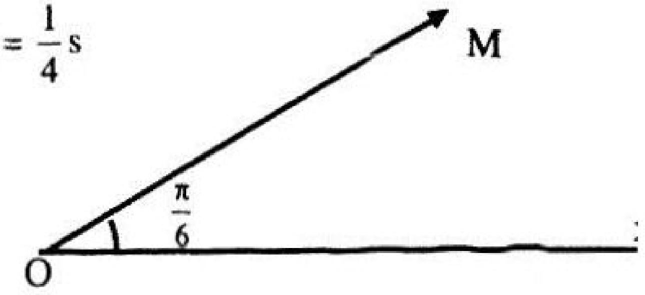
Chu kì: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{4\pi} = 0{,}5$ s; Tần số: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}5} = 2$ Hz

b) Pha của dao động tại thời điểm $t = \frac{1}{4}$ s

$$4\pi t + \frac{\pi}{6} = 4\pi\frac{1}{4} + \frac{\pi}{6} = \frac{7\pi}{6}$$

Li độ tại thời điểm $t = \frac{1}{4}$ s:

$$x = 6\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6}) = 6\cos\frac{7\pi}{6} = -3\sqrt{3}\ (\text{cm})$$



Hình 6.2: Vectơ quay biểu diễn dao động x tại thời điểm t = 0

c) Ta có: $\varphi = \frac{\pi}{6} \Rightarrow$ Tại thời điểm t = 0, vectơ quay biểu diễn dao động tại thời điểm t = 0 là vectơ $\overrightarrow{OM}$ có độ dài OM = A = 6 cm và hợp với trục x góc $\frac{\pi}{6}$ như hình 6.2.

Đáp số: a) 6 cm; 4π rad/s; 0,5 s; 2 Hz; b) $\frac{7\pi}{6}$; - $3\sqrt{3}$ cm

6.6. Một vật dao động điều hòa với biên độ A = 4 cm và chu kì T = 2 s.

a) Viết phương trình dao động của vật, chọn gốc thời gian là lúc nó đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương.

b) Tính li độ của vật tại thời điểm t = 5,5 s.

Hướng dẫn giải

a) Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Theo đề ta có: A = 4 cm; T = 2 s

$$\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \pi \text{ rad/s}$$

$$\Rightarrow x = A\cos(\omega t + \varphi) = 4\cos(\pi t + \varphi) \text{ (cm)}$$

Chọn gốc t = 0: x = 0 ; v > 0

$\Rightarrow x = A\cos\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 0$

$\Rightarrow v = x' = -\omega A\sin\varphi > 0 \Rightarrow \sin\varphi < 0$

$\Rightarrow$ t = 0 vật đi qua vị trí cân bằng *theo chiều dương* nên $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

Vậy phương trình dao động của vật là:

$$x = 4\cos(\pi t - \frac{\pi}{2}) \text{ (cm)}$$

b) Li độ của vật tại thời điểm t = 5,5 s (= $\frac{11}{2}$ s)

$$x = 4\cos(\pi t - \frac{\pi}{2}) = 4\cos(\pi.\frac{11}{2} - \frac{\pi}{2}) = 4\cos(5\pi) = -4 \text{ cm}$$

Đáp số: a) $x = 4\cos(\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm); b) x = - 4 cm

6.7. Một vật nặng treo vào một lò xo làm cho lò xo dãn ra 0,8 cm. Tìm chu kì dao động của vật gắn vào một đầu lò xo ấy. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Hướng dẫn giải

Chu kì dao động của vật gắn vào một đầu lò xo:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Vật nặng treo vào lò xo làm cho lò xo dãn ra 0,8 cm; vật chịu tác dụng của lực đàn hồi của lò xo có độ lớn là $k|\Delta l|$.

Lực đàn hồi này cân bằng với trọng lực tác dụng vào vật có độ lớn là mg, nên ta có: $k|\Delta l| = mg$

Chu kì dao động của vật gắn vào một đầu lò xo:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{|\Delta l|}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,8.10^{-2}}{10}} = 4\pi\sqrt{2}\,10^{-2} \approx 0,18 \text{ s}$$

Đáp số: T = 0,18 s

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

6.8. Chọn câu trả lời đúng

Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 5\cos\omega t$ (cm). Thời gian ngắn nhất vật đi từ vị trí li độ $x = -5$ cm đến vị trí li độ $x = 5$ cm là 2s. Tần số dao động của vật là:

A. 2 Hz
B. 0,5 Hz
C. 0,25 Hz
D. Một giá trị khác.

6.9. Chọn câu trả lời đúng

Một chất điểm dao động điều hòa theo phương trình:

$$x = 10\cos 10\pi t \text{ (cm)}$$

Thời điểm chất điểm qua điểm M_1 có li độ $x_1 = -5$ cm theo chiều dương lần đầu tiên là:

A. $\frac{7}{60}$s
B. $\frac{11}{60}$s
C. $\frac{19}{60}$s
D. $\frac{23}{60}$s

6.10. Chọn câu trả lời đúng

Một vật dao động điều hòa trên một đường thẳng nằm ngang. Khi qua vị trí cân bằng vật có vận tốc 40 cm/s. Biết rằng quãng đường vật đi được trong hai chu kì dao động liên tiếp là 40 cm. Tần số góc dao động điều hoà ω của vật là:

A. 4 rad/s
B. 8 rad/s
C. 16 rad/s
D. 32 rad/s

6.11. Chọn câu trả lời đúng

Một lò xo có độ cứng $k = 100$ N/m, chiều dài tự nhiên $l_0 = 30$ cm. Hệ được đặt trên mặt phẳng nghiêng một góc $\alpha = 30^0$ so với mặt phẳng nằm ngang. Đầu dưới cố định, đầu trên gắn vật M có khối lượng $m = 400$ g. Lấy $g = 10$ m/s^2. Chiều dài của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là:

A. 26 cm
B. 28 cm
C. 32 cm
D. 34 cm

6.12. Chọn câu trả lời đúng

Một con lắc lò xo thẳng đứng có vật nặng khối lượng $m = 500$ g, lò xo có độ cứng $k = 50$ N/m, đang dao động điều hòa. Khi vận tốc của vật là 40 cm/s thì gia tốc của nó bằng $4\sqrt{3}$ m/s^2. Biên độ dao động của vật là:

A. 4 cm
B. 16 cm
C. $20\sqrt{3}$ cm
D. 8 cm

6.13. Chọn câu trả lời đúng

Một lò xo có khối lượng không đáng kể, chiều dài tự nhiên $l_0 = 48$ cm, được treo thẳng đứng. Đầu trên treo vào một điểm cố định, đầu dưới gắn một quả cầu nhỏ khối lượng m. Chọn trục tọa độ Ox thẳng đứng hướng xuống, gốc O ở vị trí cân bằng của quả cầu. Quả cầu dao động điều hòa trên trục Ox với phương trình: $x = 4\cos(\omega t - \frac{2\pi}{3})$ (cm)

Trong quá trình dao động, tỉ số giữa lực đàn hồi lớn nhất và nhỏ nhất của lò xo là $\frac{5}{3}$. Lấy $g = \pi^2 = 10$ m/s^2. Chiều dài của lò xo tại thời điểm t = 0 là:

A. 28 cm B. 36 cm C. 60 cm D. 68 cm

6.14. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật nặng khối lượng m = 1 kg và lò xo có độ cứng k = 100 N/m. Đưa vật về vị trí lò xo dãn 4 cm rồi thả nhẹ cho vật dao động điều hòa. Chọn trục tọa độ thẳng đứng chiều dương hướng lên, gốc tọa độ O trùng vị trí cân bằng, gốc thời gian là lúc buông vật. Lấy $g = \pi^2 = 10$ m/s^2.

a) Viết phương trình dao động.

b) Tính lực hồi phục tác dụng lên vật và lực đàn hồi của lò xo ở thời điểm $t = \frac{T}{4}$. Trong đó T là chu kì dao động.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

6.8. *C*

Thời gian vật đi từ vị trí li độ x = - 5 cm đến vị trí li độ x = 5 cm là:

$$t = \frac{T}{2} = 2 \text{ s} \Rightarrow \text{chu kì } T = 4 \text{ s}$$

Tần số dao động của vật là: $f = \frac{1}{T} = 0,25$ Hz

6.9. *A*

Thế li độ $x_1 = -5$ cm vào phương trình dao động, ta có:

$$-5 = 10\cos 10\pi t_n \Rightarrow \cos 10\pi t_n = -\frac{1}{2} \quad (1)$$

Chất điểm qua điểm M_1 theo chiều dương $\Rightarrow v = -100\pi\sin 10\pi t_n > 0$

$$\Rightarrow \sin 10\pi t_n < 0 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra: $10\pi t_n = -\frac{5\pi}{6} + k\,2\pi$, với $k \in Z$

$$\Rightarrow 10\pi t_n = -\frac{1}{12} + \frac{k}{5} \Rightarrow t_{min} = \frac{7}{60}\text{s}$$

Vậy thời điểm mà chất điểm qua điểm M_1 có li độ $x_1 = -5$ cm theo chiều dương lần đầu là: $t_{min} = \frac{7}{60}$ s

6.10. ***B***

Quãng đường vật đi được trong hai chu kì dao động liên tiếp là:

$$S = 2 . 4A = 8A = 40 \text{ cm} \Rightarrow A = \frac{40}{8} = 5 \text{ cm}$$

Khi qua vị trí cân bằng: $v_0 = v_{max} = \omega A = 40$ cm/s

$$\Rightarrow \omega = \frac{|v_0|}{A} = \frac{40}{5} = 8 \text{ rad/s}$$

6.11. ***B***

Đây là con lắc lò xo nằm nghiêng nên ta có: $k|\Delta l| = mg\sin\alpha$

$$\Rightarrow |\Delta l| = \frac{mg\sin\alpha}{k} = \frac{0,4.10\sin 30^0}{100} = 2.10^{-2} \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

Vì đầu dưới cố định, đầu trên gắn vật M $\Rightarrow \Delta l = l_{CB} - l_0 < 0 \Rightarrow \Delta l = -2$ cm

Chiều dài của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng:

$$l = l_0 + \Delta l = 30 - 2 = 28 \text{ cm}$$

6.12. ***D***

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10 \text{ rad/s}; \quad a = -\omega^2 x \quad \Rightarrow \quad x = -\frac{a}{\omega^2} = -4\sqrt{3} \text{ cm}$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = 8 \text{ cm}$$

6.13. ***C***

$$\frac{F_{dh\,max}}{F_{dh\,min}} = \frac{k(\Delta l + A)}{k(\Delta l - A)} = \frac{\Delta l + A}{\Delta l - A} = \frac{5}{3}$$

$$\Rightarrow \Delta l = 4A = 16 \text{ cm}$$

Khi t = 0: $x = 4\cos(-\frac{2\pi}{3}) = -4$ (cm)

Chiều dài của lò xo tại thời điểm t = 0:

$$l = l_0 + \Delta l + x = 48 + 16 - 4 = 60 \text{ cm}$$

6.14.

a) Con lắc lò xo thẳng đứng nên: $\Delta l = \frac{mg}{k} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$

Phương trình dao động: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

$$A = \Delta l - 4 = 6 \text{ cm}; \omega = \frac{k}{m} = 10 \text{ rad/s}$$

Khi t = 0: $x = A = 6$ cm $\Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

$$\Rightarrow x = 6\cos 10t \text{ (cm)}$$

b) Lực hồi phục: $F = k\,|x|$

Khi $t = \frac{T}{4}$: $x = 6\cos(\frac{2\pi}{T}.\frac{T}{4}) = 0 \Rightarrow F = 0$

Lực đàn hồi: $F_{dh} = k\,|\Delta l + x| = 10$ N

Đáp số: a) $x = 6\cos 10t$ (cm); b) $F = 0$; $F_{dh} = 10$ N

Bài 7 – CON LẮC ĐƠN – CON LẮC VẬT LÍ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Con lắc đơn***

Con lắc đơn gồm một vật nặng có kích thước nhỏ, có khối lượng m, treo ở đầu một sợi dây mềm không dãn có độ dài l và có khối lượng không đáng kể. Nếu đưa vật nặng ra khỏi vị trí cân bằng rồi thả tự do thì vật nặng dao động trên cung tròn qua lại quanh vị trí cân bằng.

2. ***Phương trình động lực học và nghiệm của phương trình***

Phương trình động lực học của dao động của con lắc đơn với góc lệch α nhỏ: $s'' + \omega^2 s = 0$ với $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

nghiệm của phương trình trên là:

$$s = s_0\cos(\omega t + \varphi)$$

chu kì T của dao động là: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

3. ***Tần số góc – Chu kì – Tần số***

Khi biên độ góc $\alpha_0 \le 10^0$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}\ ;\quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}\ ;\quad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$$

4. ***Vận tốc***

➢ *Khi biên độ góc α_0 bất kì:*

- *Khi qua li độ góc α bất kì:*

$$v_\alpha^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$$

- *Khi qua vị trí cân bằng:*

$$\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1 \Rightarrow v_{VTCB} = \pm v_{max} = \pm\sqrt{2gl(1-\cos\alpha_0)}$$

- *Khi qua vị trí biên:* $\alpha = \pm \alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha = \cos\alpha_0 \Rightarrow v_{biên} = 0$

➢ *Nếu $\alpha_0 \leq 10^0$, thì có thể dùng:*

$$1 - \cos\alpha_0 = 2\sin^2\frac{\alpha_m}{2} \approx \frac{\alpha_m^2}{2} \Rightarrow v_{max} = \alpha_0\sqrt{gl} = \omega s_0$$

$$\Rightarrow v_\alpha = s' = -\omega s_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

5. Sức căng dây

➢ *Khi biên độ góc α_0 bất kì:*

- *Khi qua li độ góc α bất kì:*

$$\tau_\alpha = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$$

- *Khi qua vị trí cân bằng:* $\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1$

$$\Rightarrow \tau_{VTCB} = \tau_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$$

- *Khi qua vị trí biên:* $\alpha = \pm\alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha = \cos\alpha_0$

$$\Rightarrow \tau_{biên} = \tau_{min} = mg\cos\alpha_0$$

➢ *Nếu* $\alpha_0 \leq 10^0$: thì có thể dùng: $1 - \cos\alpha_0 = 2\sin^2\frac{\alpha_m}{2} = \frac{\alpha_m^2}{2}$

$$\Rightarrow \tau_{max} = mg\,(1 + \alpha_0^2)\ ;\ \tau_{min} = mg\,(1 - \frac{\alpha_0^2}{2})$$

6. Con lắc vật lí

Con lắc vật lí là một vật rắn quay được quanh một trục nằm ngang cố định.

Kí hiệu I là momen quán tính của vật rắn đối với trục quay, ta có phương trình dao động của con lắc là: $\alpha'' + \omega^2\alpha = 0$

Với nghiệm là: $\alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó ω là tần số góc: $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$

với d: là khoảng cách từ khối tâm của vật đến trục quay.

7. Dao động tự do

Dao động tự do là dao động có chu kì hay tần số chỉ phụ vào đặc tính của hệ dao động, không phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài.

8. Hệ dao động

Nếu vật dao động cùng với vật tác dụng lực kéo về (lực hồi phục) gây nên dao động thì ta có một hệ gọi là hệ dao động. Dao động của hệ xảy ra dưới tác dụng chỉ của nội lực thì gọi là dao động tự do.

Một vật hay một hệ dao động tự do theo một tần số góc xác định gọi là tần số góc riêng của vật hay hệ ấy.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Có thể coi con lắc đơn lắc đơn là trường hợp riêng của con lắc vật lí với $d = l$ và $I = ml^2$. Từ công thức: $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$, hãy tìm lại công thức: $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$.

Trả lời

Từ công thức: $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$, thế $d = l$ và $I = ml^2$, ta có:

$$\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}} = \sqrt{\frac{mgl}{ml^2}} = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Dao động của vật nặng trong con lắc lò xo là dao động tịnh tiến: vật nặng chuyển động tịnh tiến theo phương trình dạng sin, vào một thời điểm đã cho mọi điểm của vật nặng có cùng vận tốc và cùng gia tốc. Dao động của con lắc vật lí có phải là dao động tịnh tiến không? Nếu không thì dao động này khác dao động tịnh tiến thế nào?

Trả lời

- Dao động của con lắc vật lí không phải là dao động tịnh tiến. Vì khi dao động, các điểm của vật nặng có vận tốc và gia tốc khác nhau.
- Trong con lắc vật lí, vật nặng có kích thước, tùy thuộc vào khoảng cách của các điểm của vật so với trục quay, mà các điểm của vật nặng vạch nên các quĩ đạo khác nhau ⇒ có vận tốc và gia tốc khác nhau. Còn trong dao động tịnh tiến, mọi điểm của vật đều vạch nên quĩ đạo như nhau ⇒ có cùng vận tốc và gia tốc.

2. Đối chiếu dao động của con lắc đơn với dao động của con lắc lò xo. Trả lời câu hỏi sau đây với từng con lắc:

a) Lực kéo về có phụ thuộc khối lượng vật nặng không?

b) Gia tốc của vật nặng có phụ thuộc khối lượng của nó không?

c) Tần số góc có phụ thuộc khối lượng vật nặng không?

Trả lời

	Con lắc đơn	**Con lắc lò xo**
Lực kéo	$F_\alpha = ma_\alpha = -mg\sin\alpha$ ⇒ phụ thuộc khối lượng vật nặng	$F_x = ma_x = mx'' = -kx$ ⇒ phụ thuộc khối lượng vật nặng
Gia tốc của vật nặng	$a_\alpha = -g\sin\alpha$ ⇒ không phụ thuộc khối lượng vật nặng	$a = -\frac{k}{m}x = -\omega^2 x$ ⇒ phụ thuộc khối lượng vật nặng

Tần số góc	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ ⇒ không phụ thuộc khối lượng vật nặng.	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ ⇒ phụ thuộc khối lượng vật nặng.

3. Coi con lắc đơn là trường hợp riêng của con lắc vật lí, từ công thức $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$ suy ra công thức $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$.

Trả lời

Coi con lắc đơn là trường hợp riêng của con lắc vật lí có: dây treo chiều dài l, khối lượng không đáng kể ; vật nặng được coi như một chất điểm, khối lượng m. Do đó:

$$\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$$

với: $d = l$ là khoảng cách từ khối tâm của vật đến trục quay.

$I = ml^2$ là mô men quán tính của vật nặng đối với trục quay qua điểm treo.

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}} = \sqrt{\frac{mgl}{ml^2}} = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

▼

7.1. Chu kì dao động nhỏ của con lắc đơn phụ thuộc

A. khối lượng của con lắc.

B. trọng lượng của con lắc.

C. tỉ số của trọng lượng và khối lượng của con lắc.

D. khối lượng riêng của con lắc.

Hướng dẫn giải

Chu kì dao động của con lắc được tính bởi biểu thức: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Mà tỉ số của trọng lượng và khối lượng của con lắc là: $\frac{P}{m} = \frac{m.g}{m} = g$

⇒ chu kì dao động của con lắc phụ thuộc vào tỉ số của trọng lượng và khối lượng của con lắc (tức gia tốc g của trọng trường)

Đáp án: C

7.2. Chu kì của con lắc vật lí được xác định bằng công thức nào sau đây?

A. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{mgd}{I}}$

B. $T = 2\pi\sqrt{\frac{mgd}{I}}$

C. $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}}$

D. $T = \sqrt{\frac{2\pi I}{mgd}}$

Hướng dẫn giải

Tần số góc ω của con lắc vật lí là: $\omega = \sqrt{\dfrac{mgd}{I}}$

Chu kì dao động của con lắc được tính bởi biểu thức: $T = \dfrac{2\pi}{\omega}$

$$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}}$$

Đáp án: C

7.3. Tìm chiều dài của con lắc đơn có chu kì 1 s ở nơi có gia tốc trọng trường bằng 9,81 m/s^2.

Hướng dẫn giải

Với T = 1 s, gia tốc trọng trường g = 9,81 m/s^2, ta có chiều dài của con lắc:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow l = g\frac{T^2}{(2\pi)^2} = 9{,}81.\frac{1^2}{(2\pi)^2} \approx 0{,}25 \text{ m}$$

Đáp số: 0,25 m

7.4. Ở nơi mà con lắc đơn đếm giây (tức là có chu kì 2 s) có độ dài 1 m thì con lắc đơn có độ dài 3 m dao động với chu kì bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Gọi chu kì và chiều dài của con lắc đơn đếm giây có độ dài 1 m lần lượt là T_1 và l_1, của con lắc đơn có độ dài 3 m là T_2 và l_2. Ta có:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \quad (1)$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} \quad (2)$$

Chia (1) cho (2), ta được:

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} \Rightarrow T_2 = T_1\sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = 2\sqrt{\frac{3}{1}} \approx 3{,}5 \text{ s}$$

Đáp số: 3,5 s

7.5. Một vật rắn có khối lượng m = 1,5 kg có thể quay quanh một trục nằm ngang. Dưới tác dụng của trọng lực, vật dao động nhỏ với chu kì T = 0,5 s. Khoảng cách từ trục quay đến khối tâm của vật là d = 10 cm. Tính mômen quán tính của vật đối với trục quay (lấy g = 10 m/s^2)

Hướng dẫn giải

Ta có công thức tính chu kì của con lắc vật lí là: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{I}{mgd}}$

⇒ momen quán tính của vật đối với trục quay là:

$$I = \frac{T^2}{(2\pi)^2}mgd = \frac{0,5^2}{(2\pi)^2}1,5.10.0,1 \approx 0,0095\ \text{kg.m}^2$$

Đáp án: 0,0095 kg.m²

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

7.6. Chọn câu trả lời đúng

Trong dao động điều hòa của con lắc đơn, nếu giảm chiều dài dây treo l ba lần thì:

A. tần số tăng ba lần.
B. tần số giảm ba lần.
C. tần số tăng $\sqrt{3}$ lần.
D. tần số giảm $\sqrt{3}$ lần.

7.7. Chọn câu trả lời đúng

Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng m dao động với chu kì T. Nếu tăng khối lượng vật thành 2m thì chu kì của vật là:

A. 2T
B. $\sqrt{2}$ T
C. $\frac{T}{\sqrt{2}}$
D. Câu A, B, C đều sai.

7.8. Chọn câu trả lời đúng

Một quả cầu được coi là chất điểm có khối lượng m bằng 200 g được treo vào đầu sợi dây không co dãn khối lượng không đáng kể, đầu còn lại được buộc vào một vị trí cố định tại nơi có g = 10 m/s^2. Kéo quả cầu để dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc α_0 rồi buông không vận tốc đầu. Trong quá trình chuyển động, lực căng của dây có giá trị nhỏ nhất là 1 N. Tính góc hợp bởi dây treo với phương thẳng đứng tại vị trí quả cầu có động năng bằng nửa cơ năng của nó. Bỏ qua mọi ma sát.

A. 30^0
B. $41,5^0$
C. 60^0
D. Một giá trị khác.

7.9. Một con lắc vật lí là một thanh mảnh, hình trụ, đồng chất, khối lượng m, chiều dài ℓ, dao động điều hòa (trong mặt phẳng thẳng đứng) quanh một trục cố định nằm ngang đi qua một đầu thanh. Biết mômen quán tính của thanh đối với trục đã cho là $I = \frac{1}{3}m\ell^2$. Tại nơi có gia tốc trọng trường g, dao động của con lắc này có tần số góc là:

A. $\omega = \sqrt{\frac{2g}{3\ell}}$
B. $\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$
C. $\omega = \sqrt{\frac{3g}{2\ell}}$
D. $\omega = \sqrt{\frac{g}{3\ell}}$

7.10. Một quả cầu khối lượng m = 1 kg treo ở đầu một sợi dây không co dãn. Bỏ qua mọi ma sát. Lấy g = 10 m/s^2.

a) Kéo quả cầu lệch khỏi vị trí cân bằng một góc $\alpha_m = 45^0$, rồi thả không vận tốc đầu. Tính lực căng dây cực đại và cực tiểu trong quá trình dao động.

b) Phải kéo quả cầu lệch khỏi vị trí cân bằng một góc α_m bằng bao nhiêu để khi thả cho dao động thì lực căng cực đại gấp 3 lần lực căng dây cực tiểu của nó.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

7.6. ***C***

Từ các công thức: $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$ ⇒ Khi l giảm ba lần thì tần số tăng $\sqrt{3}$ lần.

7.7. ***D***

Chu kì dao động với biên độ góc nhỏ của con lắc đơn T được tính bởi công thức:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ⇒ không phụ thuộc vào khối lượng m của vật nặng.

7.8. ***B***

Áp dụng công thức: $\tau_{min} = mg\cos\alpha_m = 1N \Rightarrow \alpha_m = 60^0$

Gọi α là góc hợp bởi dây treo với phương thẳng đứng tại vị trí quả cầu có động năng bằng nửa cơ năng của nó. Ta có:

$$E_{đ\alpha} = \frac{E}{2} \Rightarrow E_{t\alpha} = \frac{E}{2}$$

$$\Rightarrow mgl(1 - \cos\alpha) = \frac{1}{2}mgl(1 - \cos\alpha_m) \Rightarrow \cos\alpha = \frac{3}{4} \Rightarrow \alpha \approx 41{,}5^0$$

7.9. ***C***

Tại nơi có gia tốc trọng trường g, dao động của con lắc vật lí có tần số góc là: $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$

Với d là khoảng cách từ trọng tâm của thanh đến trục quay. Trong trường hợp này: $d = \frac{\ell}{2}; I = \frac{1}{3}m\ell^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{mg\frac{\ell}{2}}{\frac{1}{3}m\ell^2}} = \sqrt{\frac{3g}{2\ell}}$

7.10.

a) Áp dụng công thức: $\tau_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_m) = 15{,}86$ N

$\tau_{min} = mg\cos\alpha_m = 5\sqrt{2}$ N

b) Ta có:

$$\frac{\tau_{max}}{\tau_{min}} = \frac{3 - 2\cos\alpha_m}{\cos\alpha_m} = 3 \Rightarrow \cos\alpha_m = 0{,}6 \Rightarrow \alpha_m \approx 53^0$$

***Đáp số:** a) $\tau_{max} = 15{,}86$ N; $\tau_{min} = 5\sqrt{2}$ N; b) $\alpha_m \approx 53^0$*

Bài 8 – NĂNG LƯỢNG TRONG DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Sự bảo toàn cơ năng***

   Cơ năng của vật dao động được bảo toàn.

2. ***Biểu thức của thế năng***

$$W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2(\omega t + \varphi)$$

   với $\omega^2 = \frac{k}{m}$

3. ***Biểu thức của động năng***

$$W_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \varphi)$$

4. ***Biểu thức của cơ năng***

$$W = W_đ + W_t = \frac{1}{2}m\omega^2A^2[\cos^2(\omega t + \varphi) + \sin^2(\omega t + \varphi)] = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$$

5. ***Năng lượng dao động của con lắc đơn***

   ➢ *Khi biên độ góc α_0 bất kì*

   - *Động năng*

$$W_{đ\alpha} = \frac{1}{2}mv_\alpha^2 = mgl\,(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$$

   - *Thế năng*

$$W_{t\alpha} = mgh_\alpha = mgl\,(1 - \cos\alpha)$$

   - *Cơ năng*

$$W = W_{đ\alpha} + W_{t\alpha} = mgl\,(1 - \cos\alpha_0) = W_{đmax} = W_{tmax}$$

$$\textit{Với}: h_\alpha = l\,(1 - \cos\alpha)$$

   ➢ ***Nếu $\alpha_0 \le 10^0$, thì có thể dùng:***

$$1 - \cos\alpha_0 = 2\sin^2\frac{\alpha_0}{2} = \frac{\alpha_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow W = \frac{mgl}{2}\alpha_0^2 = \frac{mg}{2l}s_0^2 = \frac{m\omega^2 s_0^2}{2} = \text{const}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Từ công thức và đường biểu diễn của W_t, hãy rút ra nhận xét về sự biến đổi của thế năng.

Trả lời

Biểu thức thế năng của dao động điều hòa :

$$W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2(\omega t + \varphi)$$

Dùng công thức $\cos^2\alpha = \dfrac{1 + \cos 2\alpha}{2}$ ta biến đổi W_t như sau:

$$W_t = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\frac{1 + \cos 2(\omega t + \varphi)}{2} = \frac{1}{4}m\omega^2A^2 + \frac{1}{4}m\omega^2A^2\cos 2(\omega t + \varphi)$$

Từ biểu thức trên và đồ thị hình 8.1SGK ta thấy W_t biến đổi tuần hoàn theo thời gian với chu kì T'. Đặt ω' là tần số góc của biến đổi W_t, ta có :

$$T' = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{T}{2}$$

với ω và T lần lượt là tần số góc và chu kì của dao động điều hòa.

Vậy thế năng của dao động điều hòa biến đổi tuần hoàn theo thời gian với chu kì $\dfrac{T}{2}$.

C2. Từ công thức và đường biểu diễn của $W_đ$, hãy rút ra nhận xét về sự biến đổi của động năng.

Trả lời

Biểu thức động năng của dao động điều hòa :

$$W_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \varphi)$$

Dùng công thức $\sin^2\alpha = \dfrac{1 - \cos 2\alpha}{2}$ ta biến đổi $W_đ$ như sau:

$$W_đ = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\frac{1 - \cos 2(\omega t + \varphi)}{2} = \frac{1}{4}m\omega^2A^2 - \frac{1}{4}m\omega^2A^2\cos 2(\omega t + \varphi)$$

Từ biểu thức trên và đồ thị hình 8.2SGK ta thấy $W_đ$ biến đổi tuần hoàn theo thời gian với chu kì T'. Đặt ω' là tần số góc của biến đổi W_t, ta có :

$$T' = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{T}{2}$$

với ω và T lần lượt là tần số góc và chu kì của dao động điều hòa.

Vậy động năng của dao động điều hòa biến đổi tuần hoàn theo thời gian với chu kì $\dfrac{T}{2}$.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

1. Vẽ ba đường biểu diễn sự phụ thuộc của thế năng, động năng, cơ năng của vật dao động điều hòa theo thời gian trên cùng một đồ thị. Nói rõ, trong khoảng thời gian nào thì có sự chuyển hóa thế năng thành động năng và trong khoảng thời gian nào thì có sự chuyển hoá ngược lại.

Trả lời

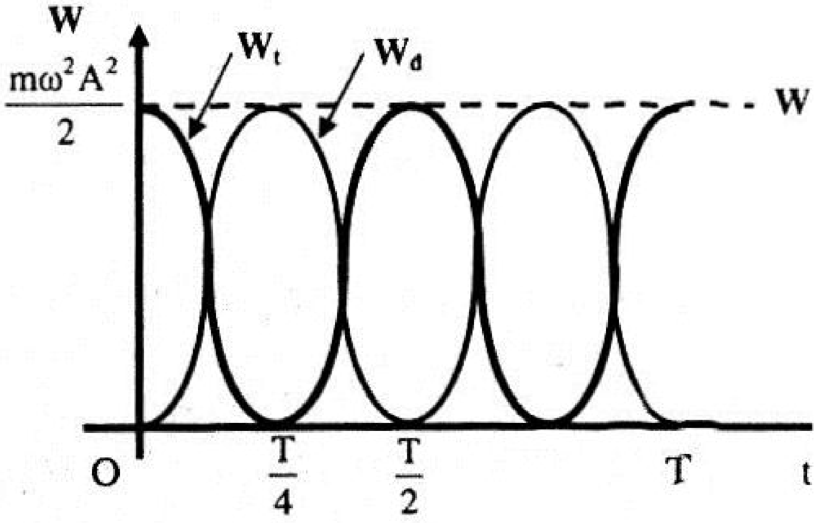
Hình 8.3. vẽ ba đường biểu diễn sự phụ thuộc của thế năng, động năng, cơ năng của vật dao động điều hòa theo thời gian. Trong đó biểu thức của chúng lần lượt là:

$$W_t = \frac{m\omega^2A^2}{2}\cos^2\omega t\ ;\ W_{\text{đ}} = \frac{m\omega^2A^2}{2}\sin^2\omega t\ ;\ W = \frac{m\omega^2A^2}{2}$$

T = chu kì dao động.

Từ đồ thị, ta thấy:

- Trong khoảng thời gian từ 0 đến $\frac{T}{4}$ thì có sự chuyển hóa thế năng thành động năng.
- Trong khoảng thời gian từ $\frac{T}{4}$ đến $\frac{T}{2}$ thì có sự chuyển hoá ngược lại.



Hình 8.3

- Cứ như thế quá trình chuyển hóa lặp lại như cũ sau mỗi khoảng thời gian $\frac{T}{2}$.

2. Chứng tỏ rằng cơ năng của vật dao động điều hòa bằng động năng của nó ở vị trí cân bằng và bằng thế năng của nó khi li độ cực đại.

Trả lời

- *Ở vị trí cân bằng*: $x = 0; v = v_{max}$

$$W_t = \frac{m\omega^2x^2}{2} = 0\ ;\ W_{\text{đ}} = W = \frac{m\omega^2A^2}{2} = W_{\text{đ}max}$$

- *Ở vị trí li độ cực đại (vị trí biên)*: $x = A; v = 0$

$$W_t = \frac{m\omega^2 x^2}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{2} = W_{t\max}\ ;\ W_đ = \frac{mv^2}{2} = 0$$

$$\Rightarrow W_{đ\text{cân bằng}} = W_{t\text{ biên}} = W$$

8.1. Động năng dao động điều hòa biến đổi theo thời gian

A. theo một hàm dạng sin.

B. tuần hoàn với chu kì T.

C. tuần hoàn với chu kì $\frac{T}{2}$.

D. không đổi.

Hướng dẫn giải

Động năng dao động điều hòa biến đổi theo thời gian biểu thức:

$$W_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \varphi) \sim \sin^2(\omega t + \varphi)$$

⇒ Động năng dao động điều hòa biến đổi tuần hoàn theo thời gian với chu kì $\frac{T}{2}$.

Đáp án: C

8.2. Một vật có khối lượng 750 g dao động điều hòa với biên độ 4 cm và chu kì T = 2 s. Tính năng lượng của dao động.

Hướng dẫn giải

Tần số góc của dao động:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ rad/s}$$

Năng lượng của dao động:

$$W = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}0{,}75.\pi^2.0{,}04^2 \approx 0{,}006 \text{ J} = 6 \text{ mJ}$$

Đáp số: 6 mJ

8.3. Tính thế năng, động năng và cơ năng của con lắc đơn ở một vị trí bất kì (li độ góc α) và thử lại rằng cơ năng không đổi trong chuyển động.

Hướng dẫn giải

➢ Xét ở điều kiện biên độ góc α_o bất kì:

- *Thế năng*

$$W_{t\alpha} = mgh_\alpha = mgl\,(1 - \cos\alpha)$$
$$\textit{Với}: h_\alpha = l\,(1 - \cos\alpha)$$

- *Động năng*

$$W_{đ\alpha} = \frac{1}{2}mv_\alpha^2 = mgl\,(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$$

- *Cơ năng*

$$W = W_{đ\alpha} + W_{t\alpha} = mgl\,(1 - \cos\alpha_0) = W_{t\max} = W_{đ\max} = \text{const}$$

- Xét ở điều kiện dao động điều hòa, tức là $\alpha_o \leq 10^0$

$$1 - \cos\alpha_0 = 2\sin^2\frac{\alpha_0}{2} = \frac{\alpha_0^2}{2}$$

- *Thế năng*

$$W_{t\alpha} = mgl\,(1 - \cos\alpha) = \frac{mgl}{2}\alpha^2 = \frac{m\omega^2}{2}s^2$$

$$\text{Với: } \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

- *Động năng*

$$W_{đ\alpha} = mgl\,(\cos\alpha - \cos\alpha_0) = \frac{mgl}{2}(\alpha_0^2 - \alpha^2) = \frac{m\omega^2}{2}(s_0^2 - s^2)$$

- *Cơ năng*

$$W = W_{đ\alpha} + W_{t\alpha} = mgl\,(1 - \cos\alpha_0) = \frac{mgl}{2}\alpha_0^2 = \frac{m\omega^2}{2}s_0^2 = const$$

8.4. Dựa vào định luật bảo toàn cơ năng, tính:

a) Vận tốc của vật nặng trong con lắc lò xo khi đi qua vị trí cân bằng theo biên độ A.

b) Vận tốc của con lắc đơn khi đi qua vị trí cân bằng theo biêm độ góc α_o.

Hướng dẫn giải

a) *Con lắc lò xo:* Khi đi qua vị trí cân bằng (x = 0) thì thế năng của vật:

$$W_t = \frac{1}{2}kx^2 = 0$$

Theo định luật bảo toàn cơ năng thì:

$$W = W_đ + W_t = W_{đmax} = W_{tmax} = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$$

Mà $W_t = 0 \Rightarrow W_đ = W = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 \Rightarrow v = \omega A$

b) *Con lắc đơn:* xét ở điều kiện dao động điều hòa, tức là $\alpha_o \leq 10^0$

$$1 - \cos\alpha_0 = 2\sin^2\frac{\alpha_0}{2} = \frac{\alpha_0^2}{2}$$

$$W_t = \frac{mgl}{2}\alpha^2\,;\ W = \frac{mgl}{2}\alpha_0^2 = \frac{mg}{2l}s_0^2 = \frac{m\omega^2 s_0^2}{2} = const$$

Khi đi qua vị trí cân bằng ($\alpha = 0$) thì thế năng của vật:

$$W_t = \frac{1}{2}mgl\alpha^2 = 0$$

Theo định luật bảo toàn cơ năng thì:

$$W = W_đ + W_t = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2$$

$$\text{Mà } W_t = 0 \Rightarrow W_đ = W = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 \Rightarrow v = \alpha_0\sqrt{gl}$$

Đáp số: a) ωA***; b)*** $\alpha_0\sqrt{gl}$

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

8.5. Một chất điểm có khối lượng m = 1 kg dao động điều hòa với chu kì $T = \frac{\pi}{10}$ s. Biết năng lượng dao động là E = 2 J. Chọn t = 0 là lúc vật qua li độ x = 10 cm theo chiều âm quĩ đạo. Biểu thức của động năng của chất điểm theo thời gian có dạng:

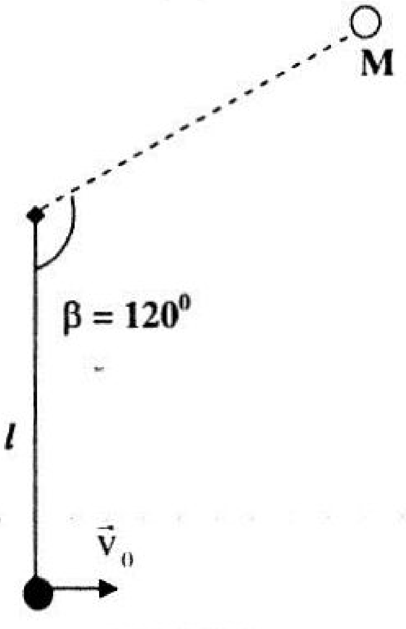
A. $E_đ = 2\sin^2(20t + \frac{5\pi}{6})$ (J)
B. $E_đ = 2\sin^2(20t + \frac{\pi}{6})$ (J)

C. $E_đ = 2\cos^2(20t + \frac{\pi}{6})$ (J)
D. $E_đ = 2\cos^2(20t + \frac{5\pi}{6})$ (J)

8.6. Một con lắc lò xo gồm vật nặng khối lượng 1 kg và lò xo có độ cứng 100 N/m đang dao động điều hòa với biên độ 8 cm. Vận tốc của vật khi qua vị trí có thế năng bằng 3 lần động năng có độ lớn bằng:

A. 2 m/s B. 4 m/s C. 0,2 m/s D. 0,4 m/s

8.7. Một sợi dây không co dãn chiều dài l = 0,5 m, một đầu cố định tại O, đầu còn lại treo quả cầu nhỏ khối lượng m = 200 g. Từ vị trí cân bằng truyền cho quả cầu một vận tốc ngang $\vec{v}_0$ thì khi quả cầu lên đến vị trí M mà phương dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc β = 120° như hình 8.4 thì sức căng dây treo bị triệt tiêu. Lấy g = 10 m/s^2. Tính năng lượng đã truyền cho vật.



Hình 8.4

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

8.5. ***B***

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 20 \text{ rad/s}$$

Năng lượng dao động là:

$$E = \frac{m\omega^2A^2}{2} \Rightarrow A = \frac{1}{\omega}\sqrt{\frac{2E}{m}} = \frac{1}{10}\sqrt{\frac{2.2}{1}} = 0,2$$

$$m = 20 \text{ cm}$$

Phương trình dao động điều hòa: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Theo đề bài: khi $t = 0$: $x = 10$ cm; $v < 0$: thế vào phương trình dao động, ta suy được:

$$10 = 20\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{1}{2} \quad (1)$$

$$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) < 0 \Rightarrow \sin\varphi > 0 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra φ nằm trong góc phần tư thứ nhất $\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$ rad

Vậy biểu thức động năng của vật dao động điều hòa có dạng:

$$E_đ = E\sin^2(\omega t + \varphi) = 2\sin^2(20t + \frac{\pi}{6})\ (J)$$

8.6. ***D***

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10 \text{ rad/s};\ E = E_đ + E_t = 4E_đ$$

$$\Rightarrow \frac{m\omega^2A^2}{2} = 4\frac{mv^2}{2} \Rightarrow |v| = \frac{\omega A}{2} = 0{,}4 \text{ m/s}$$

8.7. Áp dụng công thức lực căng dây ở li độ góc β:

$$\tau_\beta = mg(3\cos\beta - 2\cos\alpha_0) = 0 \Rightarrow \cos\alpha_0 = -\frac{3}{4}$$

Và công thức vận tốc: $v_0^2 = v_{VTCB} = 2gl(1 - \cos\alpha_0)$

Năng lượng đã truyền cho vật nặng là:

$$W = W_đ = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mgl}{2}(1 - \cos\alpha_0) = \frac{0{,}2.10.0{,}5}{2}.(1 + \frac{3}{4}) = 0{,}875 \text{ J}$$

Đáp số: W = 0,875 J

Bài 10 – DAO ĐỘNG TẮT DẦN VÀ DAO ĐỘNG DUY TRÌ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. *Dao động tắt dần*

- ***Định nghĩa***

  Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

- ***Nguyên nhân***

  Lực cản của môi trường tác dụng lên vật luôn luôn sinh công âm (vì lực ngược chiều với chuyển động của điểm đặt) làm giảm năng lượng của vật. Năng lượng giảm thì thế năng cực đại (bằng $\frac{1}{2}kA^2$) giảm, do đó biên độ A giảm. Biên độ giảm tức dao động tắt dần.

Dao động tắt dần càng nhanh nếu môi trường càng nhớt.

2. ***Dao động duy trì (tự dao động)***

Nếu ta cung cấp thêm năng lượng cho vật dao động có ma sát để bù lại sự tiêu hao vì ma sát mà không làm thay đổi chu kì riêng của nó thì dao động kéo dài mãi mãi và gọi là dao động duy trì. Tức là hệ dao động duy trì sẽ thực hiện dao động tự do.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Cơ năng của vật dao động giảm thì biên độ dao động biến đổi thế nào?

Trả lời

Cơ năng của vật dao động giảm thì biên độ dao động của vật cũng giảm.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Trong dao động tắt dần biên độ và vận tốc cực đại, đại lượng nào giảm nhanh hơn theo thời gian?

Trả lời

Năng lượng dao động được tính bởi công thức: $W = \frac{kA^2}{2} \sim A^2$

Động năng cực đại được tính bởi công thức: $W_{dmax} = \frac{mv_{max}^2}{2} \sim {v_{max}}^2$

Trong dao động tắt dần, trong mỗi chu kì dao động ta sẽ có:

$W = W_{dmax} \Rightarrow$ biên độ A và vận tốc cực đại v_{max} giảm cùng bậc.

▼

10.1. Dao động duy trì là dao động tắt dần mà người ta đã

A. làm mất lực cản của môi trường đối với chuyển động.

B. tác dụng ngoại lực biến đổi điều hòa theo thời gian vào vật dao động.

C. tác dụng ngoại lực vào vật dao động cùng chiều với chuyển động trong một phần của từng chu kì.

D. kích thích lại dao động sau khi bị tắt hẳn.

Hướng dẫn giải

Dao động duy trì là dao động tắt dần mà người ta đã tác dụng ngoại lực vào vật dao động cùng chiều với chuyển động trong một phần của từng chu kì.

Đáp án: C

10.2. Hai con lắc làm bằng hai hòn bi có bán kính bằng nhau, treo trên hai sợi dây có cùng độ dài. Khối lượng của hai hòn bi khác nhau. Hai con lắc cùng dao động trong một môi trường với li độ ban đầu như nhau và vận tốc ban đầu đều bằng 0. Dao động của con lắc nào tắt nhanh hơn: con lắc nặng hay con lắc nhẹ?

Hướng dẫn giải

Hai con lắc có bán kính như nhau nên thể tích là như nhau, nghĩa là lực cản của môi trường lên chúng là như nhau.

Năng lượng của vật tính bằng: $W = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}m\frac{g}{l}\alpha_0{}^2$

$\Rightarrow$ do hai con lắc có cùng độ dài l, ở trong cùng một môi trường nên gia tốc trọng trường g là như nhau và có biên độ góc α_0 ban đầu giống nhau nên con lắc nào có khối lượng lớn hơn sẽ có năng lượng lớn hơn.

Mặt khác, cả hai con lắc đều chịu cùng một lực cản như nhau nên con lắc nhẹ sẽ dao động tắt dần nhanh hơn.

Đáp án: Dao động của con lắc nhẹ tắt nhanh hơn

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

10.3. Chọn câu trả lời ***sai***

A. Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

B. Dao động của con lắc lò xo trong dầu nhớt có tần số bằng tần số riêng của hệ dao động.

C. Nguyên nhân của dao động tắt dần là do sự cản trở của môi trường đối với vật dao động.

D. Năng lượng của dao động tắt dần không được bảo toàn.

10.4. Chọn câu trả lời đúng

Trong dao động duy trì:

A. Lực tác dụng là nội lực, có tần số bằng tần số riêng f_0 của hệ.

B. Tần số dao động không đổi bằng tần số riêng f_0 của hệ.

C. Biên độ là hằng số, phụ thuộc vào cách kích thích dao động.

D. Cả A, B, C đều đúng.

10.5. Chọn câu trả lời đúng

Một hệ dao động duy trì:

A. khi hệ có thể thực hiện dao động tắt dần.

B. có cấu tạo gồm: vật dao động, nguồn cung cấp năng lượng và cơ chế truyền năng lượng thích hợp.

C. có thể thực hiện được dao động với chu kì riêng và năng lượng không đổi biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

D. Cả A, B, C đều đúng.

10.6. Một con lắc đơn có chiều dài dây treo l =1 m, khối lượng vật nặng m = 500 g dao động tại nơi có $g = \pi^2 = 10\ m/s^2$.

a) Đưa con lắc tới góc lệch $\alpha = 0,1$ rad rồi buông không vận tốc đầu. Tính chu kì dao động và năng lượng đã cung cấp cho con lắc.

b) Do ma sát nên sau 10 dao động, biên độ dao động chỉ còn 0,08 rad. Để duy trì dao động của con lắc cần phải dùng một động cơ nhỏ có công suất tối thiểu là bao nhiêu?

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

10.3. ***B***

Dao động của con lắc lò xo trong dầu nhớt là dao động tắt dần rất nhanh, nên không có có tần số ⇒ Câu sai B.

10.4. ***D***

Trong dao động duy trì:

- Lực tác dụng là nội lực, có tần số bằng tần số riêng f_0 của hệ.
- Tần số dao động không đổi bằng tần số riêng f_0 của hệ.
- Biên độ là hằng số, phụ thuộc vào cách kích thích dao động.

⇒ câu đúng D

10.5. ***B***

Cấu tạo của hệ dao động duy trì gồm: vật dao động và nguồn cung cấp năng lượng và cơ chế truyền năng lượng thích hợp.

10.6.

a) Khi $\alpha = 0,1$ rad, $v = 0$ ⇒ $\alpha_m = 0,1$ rad ⇒ Con lắc đơn dao động điều hòa.

Chu kì:
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{\pi^2}} = 2\text{ s}$$

Năng lượng đã cung cấp cho con lắc = Năng lượng dao động:
$$W = \frac{mgl}{2}\alpha_m^2 = \frac{0,5.10.1}{2}.(0,1)^2 = 2,5.10^{-2}\text{ J} = 25\text{ mJ}$$

b) Năng lượng dao động của con lắc đơn còn lại sau 10 dao động là:
$$W' = \frac{mgl}{2}\alpha'^2_m = \frac{0,5.10.1}{2}.(0,08)^2 = 1,6.10^{-2}\text{ J} = 16\text{ mJ}$$

Năng lượng của con lắc bị hao hụt do ma sát sau 10 dao động:
$$\Delta W = W - W' = 25 - 16 = 9\text{ mJ}$$

Để duy trì dao động của con lắc cần phải dùng một động cơ nhỏ có công suất tối thiểu P_{min} để sinh được công tối thiểu A_{min} đủ bù được năng lượng mất mát do ma sát sau 10 dao động: $A_{min} = \Delta W = 9$ mJ

Do đó công suất tối thiểu của động cơ là:
$$P_{min} = \frac{A_{min}}{t} = \frac{A_{min}}{10T} = \frac{9}{10.2} = 0,45\text{ mW} = 450\ \mu\text{W}$$

Đáp số: a) $T = 2$ s; $W = 25$ mJ; b) $P_{min} = 450\ \mu W$

Bài 11 – DAO ĐỘNG CƯỠNG BỨC CỘNG HƯỞNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Dao động cưỡng bức***

- ***Định nghĩa***

- Dao động cưỡng bức là điều hòa (có dạng hình sin)
- Tần số góc của dao động cưỡng bức bằng tần số góc ω của ngoại lực.
- Biên độ của dao động cưỡng bức tỉ lệ với biên độ F_o của ngoại lực.

- ***Đặc điểm***

➢ *Về tần số dao động*

Có tần số dao động bằng tần số của ngoại lực cưỡng bức f.

➢ *Về biên độ*

Phụ thuộc vào độ chênh lệch giữa tần số của ngoại lực f và tần số riêng của hệ f_0.

- Nếu $\Delta f = |f - f_0|$ lớn , tức là $f \neq f_0$ thì biên độ dao động nhỏ.
- Nếu $f \cong f_0$ thì biên độ dao động đạt cực đại ⇒ Cộng hưởng dao động.

2. ***Cộng hưởng***

Giá trị cực đại của biên độ A của dao động cưỡng bức đạt được khi tần số góc của ngoại lực ω bằng tần số góc riêng ω_o của hệ dao động tắt dần. Khi biên độ A của dao động cưỡng bức đạt giá trị cực đại, người ta nói rằng có hiện tượng cộng hưởng.

$$\omega = \omega_0 \text{ hay } f = f_0 \Rightarrow A = A_{max}$$

Trong đó:

ω, f = tần số góc hay tần số của ngoại lực cưỡng bức.

ω_0, f_0 = tần số góc riêng hay tần số riêng của hệ dao động.

A = biên độ của dao động cưỡng bức.

3. ***Ảnh hưởng của ma sát***

Với cùng một ngoại lực tác dụng, nếu ma sát giảm thì giá trị cực đại của biên độ tăng.

4. ***Phân biệt dao động cưỡng bức với dao động duy trì***

- Dao động cưỡng bức có tần số góc bằng tần số góc của ngoại lực.
- Trong dao động duy trì, ngoại lực được điều khiển để có tần số góc ω bằng tần số góc ω_o của dao động tự do của hệ.
- Khi cộng hưởng: cả hai dao động cưỡng bức và duy trì đều có tần số góc bằng tần số góc riêng ω_o của hệ dao động.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy nêu tất cả các lực tác dụng lên vật trong dao động cưỡng bức.

Trả lời

Các lực tác dụng lên vật trong dao động cưỡng bức:

- Lực gây ra dao động riêng của vật.
- Ngoại lực cưỡng bức.
- Lực ma sát.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Thế nào là sự cộng hưởng? Sự cộng hưởng có lợi hay có hại?

Trả lời

- ***Định nghĩa***

  Cộng hưởng dao động là hiện tượng biên độ của dao động cưỡng bức tăng đột ngột và đạt giá trị cực đại khi tần số của ngoại lực cưỡng bức bằng tần số riêng của hệ dao động.
- ***Đặc điểm***

  Biên độ cộng hưởng dao động phụ thuộc vào lực ma sát của môi trường. Biên độ cộng hưởng càng lớn khi lực ma sát của môi trường càng nhỏ (cộng hưởng nhọn) và ngược lại (cộng hưởng tù).
- ***Trong thực tế đời sống và kĩ thuật có những trường hợp:***

  + Cộng hưởng có lợi, cần thiết cần phải tăng cường nó.

  Ví dụ: Một em bé có thể tác dụng một lực nhỏ để đưa võng cho người lớn khi lực đó có tần số bằng tần số riêng của võng...

  + Cộng hưởng có hại, phải có biện pháp khắc phục nó.

  Ví dụ: Cầu, bệ máy, khung xe ...có tần số riêng f_0, nếu chịu tác dụng của ngoại lực biến thiên tuần hoàn có tần số $f \approx f_0$, thì chúng sẽ bị cộng hưởng và dao động với biên độ cực đại, có thể dẫn tới sập cầu, bể bệ máy, gãy khung xe...

2. Việc tạo nên dao động cưỡng bức khác với việc tạo nên dao động duy trì như thế nào?

Trả lời

Dao động duy trì	Dao động cưỡng bức
- *Lực tác dụng:*	- *Lực tác dụng:*
Là nội lực, có tần số bằng tần số riêng f_0 của hệ.	Là ngoại lực, có tần số bằng f.
- *Tần số dao động:*	- *Tần số dao động:*

Có tần số dao động không đổi bằng tần số riêng f_0 của hệ.	Có tần số dao động bằng tần số của ngoại lực cưỡng bức f.
- *Biên độ:*	- *Biên độ:*
Là hằng số, phụ thuộc vào cách kích thích dao động.	Phụ thuộc vào độ chênh lệch giữa tần số của ngoại lực f và tần số riêng của hệ f_0. • Nếu $\Delta f = \lvert f - f_0 \rvert$ lớn , tức là $f \neq f_0$ thì biên độ dao động nhỏ. • Nếu $f \cong f_0$ thì biên độ dao động đạt cực đại ⇒ Cộng hưởng dao động.
- *Năng lượng:*	- *Năng lượng:*
Luôn được bảo toàn.	Không được bảo toàn.

▼

11.1. Biên độ của dao động cưỡng bức không phụ thuộc

A. pha ban đầu của ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật.

B. biên độ ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật.

C. tần số ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật.

D. hệ số lực cản (của ma sát nhớt) tác dụng lên vật dao động.

Hướng dẫn giải

Biên độ của dao động cưỡng bức tỉ lệ với biên độ F_0 của ngoại lực.

Biên độ của dao động cưỡng bức phụ thuộc vào tần số góc ω của ngoại lực.

Với cùng một ngoại lực tác dụng, nếu ma sát giảm thì giá trị cực đại của biên độ tăng.

⇒ Biên độ của dao động cưỡng bức không phụ thuộc vào pha ban đầu của ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật.

Đáp án: A

11.2. Một xe ô tô chạy trên đường, cứ cách 8 m lại có một cái mô nhỏ. Chu kì dao động tự do của khung xe trên các lò xo là 1,5 s. Xe chạy với vận tốc nào thì bị rung mạnh nhất?

Hướng dẫn giải

$s = 8$ m; $t = 1,5$ s

Để xe bị rung mạnh nhất thì phải có sự cộng hưởng giữa chu kì dao động tự do của khung xe và ngoại lực do xe đi qua các mô nhỏ tác động ⇒ cứ 1,5 s thì xe lại bị ngoại lực tác dụng ⇒ cứ 1,5 s thì xe đi hết 8 m.

⇒ vận tốc xe là:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{8}{1,5} = \frac{16}{3}\ \text{m/s} = 19,2\ \text{km/h}$$

Đáp số: 19,2 km/h

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

11.3. Chọn câu trả lời đúng

Một người chơi đánh đu. Sau mỗi lần người đó tới vị trí cao nhất thì lại nhún chân một cái và đu chuyển động đi xuống. Chuyển động của đu trong trường hợp đó là:

A. dao động cưỡng bức. B. dao động duy trì.

C. cộng hưởng dao động. D. dao động tắt dần.

11.4. Chọn câu trả lời sai

Trong dao động cưỡng bức:

A. Lực tác dụng là ngoại lực biến thiên tuần hoàn có chu kì bằng T.

B. Chu kì dao động bằng chu kì của ngoại lực cưỡng bức T.

C. Biên độ dao động chỉ phụ thuộc vào biên độ của ngoại lực cưỡng bức.

D. Biên độ dao động cưỡng bức phụ thuộc vào biên độ của ngoại lực, ma sát của môi trường và độ chênh lệch giữa tần số của ngoại lực f và tần số riêng của hệ f_0.

11.5. Một chiếc xe đẩy có khối lượng m được đặt trên hai bánh xe, mỗi bánh gắn một lò xo có cùng độ cứng k = 200 N/m. Xe chạy trên đường lát bê tông cứ cách 6 m gặp một rãnh nhỏ. Khi chạy với vận tốc v = 14,4 km/h thì xe bị rung mạnh nhất. Tính khối lượng của xe.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

11.3. ***B***

Chuyển động của đu trong trường hợp đó là dao động duy trì.

11.4. ***C***

Biên độ dao động cưỡng phụ thuộc vào biên độ của ngoại lực, ma sát của môi trường và độ chênh lệch giữa tần số của ngoại lực f và tần số riêng của hệ f_0 ⇒ câu C sai.

11.5. L = 6 m ; v = 14,4 km/h = 4 m/s

Chu kì của ngoại lực cưỡng bức tác dụng lên xe: $T = \frac{L}{v} = 1{,}5$ s

Xe đẩy giống như một con lắc lò xo có hai lò xo k mắc song song. Chu kì dao động riêng của xe là:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}, \text{ với } K = 2k = 400 \text{ N/m}$$

Điều kiện để xe bị rung mạnh nhất là điều kiện cộng hưởng.

$$T = T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \Rightarrow m = \frac{K.T_0^2}{4\pi^2} = 22{,}5 \text{ kg}$$

Đáp số: m = 22,5 kg

Bài 12 – TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

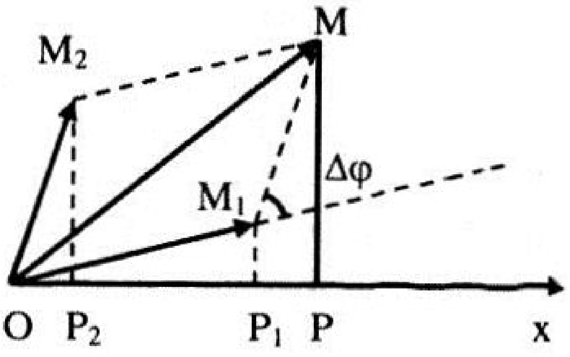
A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Tổng của hai hàm dạng sin cùng tần số góc. Cách vẽ Fre-nen***

$\overrightarrow{OM_1}$ có độ dài A_1 và hợp với trục x góc φ_1 tại $t = 0$.

$\overrightarrow{OM_2}$ có độ dài A_2 và hợp với trục x góc φ_2 tại $t = 0$.

Vẽ vectơ quay $\overrightarrow{OM_1}$ và $\overrightarrow{OM_2}$ biểu diễn x_1 và x_2 vào thời điểm $t = 0$. Vectơ tổng $\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OM_1} + \overrightarrow{OM_2}$ chính là vectơ quay biểu diễn dao động tổng hợp $x = x_1 + x_2$, như hình 12.1.



$Ch_x\overrightarrow{OM_1} = \overrightarrow{OP_1} = x_1$

$Ch_x\overrightarrow{OM_2} = \overrightarrow{OP_2} = x_2$

$Ch_x\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OP} = x_1 + x_2$

Hình 12.1

2. ***Biên độ và pha ban đầu của dao động tổng hợp***

$\overrightarrow{OM}$ có độ dài A pha ban đầu φ được tính như sau:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$$

Biểu thức của dao động tổng hợp:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

trong đó biên độ A và pha ban đầu φ được tính như trên.

Nếu hai dao động thành phần:

- Cùng pha $\Delta\varphi = 2k\pi$ thì :

$$A = A_1 + A_2;\ \varphi = \varphi_1 = \varphi_2$$

- Ngược pha $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$ thì :

$$A = A_1 - A_2;\ \varphi = \varphi_1 \text{ nếu } A_1 > A_2$$

$$A = A_2 - A_1;\ \varphi = \varphi_2 \text{ nếu } A_2 > A_1$$

- Lệch pha nhau bất kì

$$|A_1 - A_2| \le A \le A_1 + A_2.$$

3. ***Tổng hợp n dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số***

Giả sử một vật thực hiện đồng thời n dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số:

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$$
$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$$
$$\dots$$
$$x_n = A_n \cos(\omega t + \varphi_n)$$

Dao động tổng hợp là:

$$x = x_1 + x_2 + \dots + x_n = A\cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó:

+ Thành phần trên trục nằm ngang Ox:

$$A_x = A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2 + \dots + A_n\cos\varphi_n$$

+ Thành phần trên trục thẳng đứng Oy:

$$A_y = A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2 + \dots + A_n\sin\varphi_n$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}\ ;\ \text{tg}\,\varphi = \frac{A_y}{A_x}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hai dao động cơ học điều hòa có cùng phương, cùng tần số f = 50 Hz, có biên độ lần lượt là $A_1 = 2a$, $A_2 = a$ và có pha ban đầu lần lượt là $\varphi_1 = \frac{\pi}{3}$, $\varphi_2 = \pi$. Hai dao động x_1, x_2 ở trên dao động nào sớm pha hơn? Sớm pha hơn bao nhiêu?

Trả lời

$$\omega = 2\pi f = 100\pi \text{ rad/s}$$

Phương trình dao động của hai dao động thành phần:

$$x_1 = 2a\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3}) \text{ và } x_2 = a\cos(100\pi t + \pi)$$

Độ lệch pha: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \pi - \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow$ dao động (2) sớm pha hơn dao động (1) là $\frac{2\pi}{3}$.

C2. Dùng công thức:

$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$ và $\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$ để tìm biên độ và pha ban đầu của dao động tổng hợp của câu C1.

Trả lời

- Biên độ của dao động tổng hợp:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{(2a)^2 + a^2 + 2.(2a).a.\cos\frac{2\pi}{3}} = a\sqrt{3}$$

- Pha ban đầu của dao động tổng hợp:

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = \frac{2a.\sin\frac{\pi}{3} + a\sin\pi}{2a\cos\frac{\pi}{3} + a\cos\pi} = +\infty \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Nêu rõ vai trò của độ lệch pha khi tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương và cùng tần số góc.

Trả lời

Độ lệch pha khi tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương và cùng tần số góc đóng vai trò quyết định tới biên độ của dao động tổng hợp. Nếu hai dao động thành phần:

- Cùng pha $\Delta\varphi = 2k\pi$ thì: $A = A_1 + A_2$; $\varphi = \varphi_1 = \varphi_2$
- Ngược pha $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$ thì:

  $A = A_1 - A_2$; $\varphi = \varphi_1$ nếu $A_1 > A_2$

  $A = A_2 - A_1$; $\varphi = \varphi_2$ nếu $A_2 > A_1$
- Lệch pha nhau bất kì thì: $|A_1 - A_2| \le A \le A_1 + A_2$.

▼

12.1. Xét dao động tổng hợp của hai dao động hợp thành có cùng tần số. Biên độ của dao động tổng hợp không phụ thuộc

A. biên độ của dao động hợp thành thứ nhất.

B. biên độ của dao động hợp thành thứ hai.

C. tần số chung của hai dao động hợp thành.

D. độ lệch pha của hai dao động hợp thành.

Hướng dẫn giải

Biên độ của dao động tổng hợp không phụ thuộc tần số chung của hai dao động hợp thành.

Đáp án: C

12.2. Hai dao động cơ học điều hòa cùng phương, cùng tần số góc $\omega = 50$ rad/s có biên độ lần lượt là 100 mm và 173 mm, dao động thứ hai trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với dao động thứ nhất. Xác định dao động tổng hợp.

Hướng dẫn: có thể chọn gốc thời gian sao cho pha ban đầu của dao động thứ hai bằng 0.

Hướng dẫn giải

Chọn gốc thời gian t = 0 là khi pha ban đầu của dao động thứ hai bằng 0. Khi đó:

Biểu thức của dao động thứ nhất: $x_1 = 100\cos(50t + \frac{\pi}{2})$(mm)

Biểu thức của dao động thứ hai: $x_2 = 173\cos 50t$ (mm)

Hai dao động này lệch pha $\frac{\pi}{2}$, nghĩa là x_1 và x_2 vuông góc

=> biên độ của dao động tổng hợp là: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} \approx 200$ mm

Pha ban đầu của dao động tổng hợp là:

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = \frac{100.\sin\frac{\pi}{2} + 173.\sin 0}{100.\cos\frac{\pi}{2} + 173.\cos 0} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$$

Vậy dao động tổng hợp là: $x = 200\cos(50t + \frac{\pi}{6})$(mm)

Đáp số: $x = 200\cos(50t + \frac{\pi}{6})$*(mm)*

2.3. Dùng công thức lượng giác (tổng của hai cosin) tìm tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số góc ω, cùng biên độ A và có độ lệch pha Δφ. Đối chiếu với kết quả nhận được bằng cách dùng cách vẽ Fre-nen.

Hướng dẫn giải

- Hai dao động có dạng:

$$x_1 = A\cos\omega t \qquad x_2 = A\cos(\omega t + \Delta\varphi)$$

Dao động tổng hợp:

$$x = x_1 + x_2 = A\cos\omega t + A\cos(\omega t + \Delta\varphi) = A[\cos\omega t + \cos(\omega t + \Delta\varphi)]$$

$$x = A[2\cos\frac{1}{2}(\omega t + \omega t + \Delta\varphi)\cos\frac{1}{2}(\omega t - \omega t - \Delta\varphi)]$$

$$x = 2A\cos(\frac{1}{2}\Delta\varphi)\cos(\omega t + \frac{1}{2}\Delta\varphi) \qquad (1)$$

- Bằng cách vẽ Fre – nen ta có biên độ tổng hợp là:

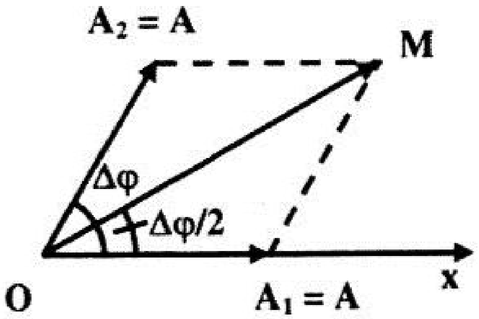
$OM^2 = A_1{}^2 + A_2{}^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

Với $A_1 = A_2 = A$ và $\varphi_2 - \varphi_1 = \Delta\varphi$, ta có:

$OM^2 = 2A^2 + 2A^2\cos\Delta\varphi = 2A^2(1 + \cos\Delta\varphi)$

$= 2A^2 2\cos^2(\frac{1}{2}\Delta\varphi) = 4A^2\cos^2(\frac{1}{2}\Delta\varphi)$

$\Rightarrow OM = 2A\cos(\frac{1}{2}\Delta\varphi)$



Hình 12.2

Từ hình 12.2 ta thấy do hai dao động thành phần có biên độ bằng nhau nên OM là đường phân giác của góc $\Delta\varphi \Rightarrow$ Pha ban đầu của tổng hợp hai dao động là $\frac{1}{2}\Delta\varphi$.

$\Rightarrow$ bằng cách vẽ Fre-nen ta tìm được tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số góc ω, cùng biên độ A và có độ lệch pha Δφ là:

$$x = 2A\cos(\frac{1}{2}\Delta\varphi)\cos(\omega t + \frac{1}{2}\Delta\varphi) \qquad (2)$$

Từ (1) và (2), ta thấy kết quả thu được từ việc tổng hợp hai dao động bằng công thức lượng giác (tổng của hai cosin) và bằng cách vẽ Fre-nen là như nhau.

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

12.4. Chọn câu trả lời đúng

Một vật thực hiện đồng thời hai dao động có phương trình dao động là :

$$x_1 = 6\cos 4\pi t(\text{cm}) \text{ và } x_2 = 4\sin(4\pi t + \frac{\pi}{2})(\text{cm})$$

Phương trình dao động tổng hợp của vật là:

A. $x = 10\cos 4\pi t$ (cm)

B. $x = 2\sin(4\pi t + \frac{\pi}{2})$(cm)

C. $x = 10\cos(4\pi t + \frac{\pi}{2})$(cm)

D. $x = 2\cos 4\pi t$ (cm)

12.5. Chọn câu trả lời đúng

Một vật khối lượng m = 500 g thực hiện đồng thời hai dao động thành phần sau: $x_1 = 10\cos(2\pi t + \frac{\pi}{3})$(cm)

$x_2 = 10\cos(2\pi t - \frac{\pi}{3})$(cm)

Lực tác dụng cực đại gây ra dao động tổng hợp của vật là:

A. 1 N B. $\sqrt{3}$ N C. 2 N D. $2\sqrt{3}$ N

12.6. Chọn câu trả lời đúng

Một vật có khối lượng m = 200 g, thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình:

$$x_1 = 6\cos(5\pi t - \frac{\pi}{2}) \text{ (cm)} \quad \text{và} \quad x_2 = 6\cos 5\pi t \text{ (cm)}$$

Lấy $\pi^2 = 10$. Thế năng của vật tại thời điểm t = 1 s là:

A. 90 mJ B. 180 mJ C. - 90 mJ D. -180 mJ

12.7. Một vật thực hiện đồng thời ba dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số:

$x_1 = 5\sqrt{2}\cos(20t + \pi)(cm)$; $\quad x_2 = 5\cos(20t + \frac{\pi}{4})(cm)$ và

$x_3 = 5\cos(20t + \frac{3\pi}{4})(cm)$

Hãy xác định phương trình của dao động tổng hợp.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

12.4. *A*

$$x_1 = 6\cos 4\pi t(cm)\ ;\ x_2 = 4\sin(4\pi t + \frac{\pi}{2})(cm) = 4\cos 4\pi t\ (cm)$$

$\Rightarrow$ Hai dao động cùng pha

$\Rightarrow x = x_1 + x_2 = 10\cos 4\pi t\ (cm)$

12.5. *C*

Phương trình dao động tổng hợp của vật là:

$$x = x_1 + x_2 = 10[\cos(2\pi t + \frac{\pi}{3}) + \cos(2\pi t - \frac{\pi}{3})]$$

$$\Rightarrow x = 10\cos 2\pi t\ (\ cm)$$

Lực tác dụng cực đại gây ra dao động tổng hợp của vật là:

$$F_{max} = m\omega^2 A = 0,5\ .\ (2\pi)^2\ .\ 0,1 = 2\ N$$

12.6. *A*

$$x = x_1 + x_2 = 6[\cos(5\pi t - \frac{\pi}{2}) + \cos 5\pi t\ ] = 6\ .\ 2\cos(5\pi t - \frac{\pi}{4})\cos\frac{\pi}{4}$$

$$\Rightarrow\ x = 6\sqrt{2}\cos(5\pi t - \frac{\pi}{4})\ (cm)$$

$$t = 1s:\ \ x = 6\sqrt{2}\cos(5\pi - \frac{\pi}{4})\ (cm) = -\ 6\ cm$$

Thế năng của vật tại thời điểm t = 1 s là:

$$E_t = \frac{kx^2}{2} = \frac{m\omega^2 x^2}{2} = \frac{0,2.(5\pi)^2.(-6.10^{-2})^2}{2} = 0,09\ J = 90\ mJ$$

12.7. $\quad x = x_1 + x_2 + x_3 = A\cos(20t + \varphi)$

Thành phần trên trục nằm ngang Ox:

$$A_x = A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2 + A_3\cos\varphi_3$$

$$\Rightarrow A_X = 5\sqrt{2}\cos\pi + 5\cos\frac{\pi}{4} + 5\cos(\frac{3\pi}{4}) = -5\sqrt{2}\ cm$$

Thành phần trên trục thẳng đứng Oy:

$$A_Y = A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2 + A_3\sin\varphi_3$$

$$\Rightarrow A_y = 5\sqrt{2}\sin\pi + 5\sin\frac{\pi}{4} + 5\sin(\frac{3\pi}{4}) = 5\sqrt{2}\text{ cm}$$

$$\Rightarrow \quad A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = 10\text{ cm};\ \text{tg}\,\varphi = \frac{A_y}{A_x} = -1$$

nhưng $A_x < 0$; $A_y > 0 \Rightarrow \varphi$ nằm trong góc phần tư thứ hai $\Rightarrow \varphi = \frac{3\pi}{4}$

$$\Rightarrow x = 10\cos(20t + \frac{3\pi}{4})\text{ (cm)}$$

Đáp số: $x = 10\cos(20t + \frac{3\pi}{4})$ ***(cm)***

CHƯƠNG III – SÓNG CƠ

Bài 14 – SÓNG CƠ – PHƯƠNG TRÌNH SÓNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Định nghĩa sóng cơ

Sóng cơ học là các dao động (cơ học) lan truyền trong một môi trường vật chất.

2. Sóng dọc và sóng ngang

+ Sóng dọc: là sóng có phương dao động trùng với phương truyền sóng. Ví dụ: sóng âm.

+ Sóng ngang: là sóng có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng. Ví dụ: sóng truyền trên mặt nước.

3. Các đại lượng đặc trưng của sóng

a) Chu kì và tần số sóng

Chu kì sóng = chu kì dao động = chu kì của nguồn sóng.

Tần số sóng = tần số dao động = tần số của nguồn sóng.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

b) Biên độ sóng a

$$a_{\text{sóng}} = a_{\text{dao động}}$$

c) Vận tốc sóng

v = vận tốc truyền pha dao động.

Trong một môi trường xác định v = const.

d) Bước sóng

λ = quãng đường sóng truyền trong một chu kì = khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động cùng pha.

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

e) Năng lượng sóng W

$$W_{\text{sóng}} = W_{\text{dđ}} = \frac{1}{2}m\omega^2a^2$$

f) Độ lệch pha

- *Tổng quát*

Nếu hai điểm M, N bất kì trong môi trường truyền sóng cách nguồn O lần lượt là d_M và d_N :

$$\Delta\varphi_{MN} = 2\pi\frac{d_N - d_M}{\lambda}$$

- *Đặc biệt*

  Nếu hai điểm M, N nằm trên cùng một phương truyền sóng:

$$\Delta\varphi_{MN} = 2\pi\frac{MN}{\lambda}$$

4. Phương trình sóng

Phương trình sóng tại một điểm trong môi trường truyền sóng là phương trình dao động của điểm đó.

Giả sử phương trình sóng tại nguồn O : $s_0 = a\cos\omega t$

Thì phương trình sóng tại một điểm M cách O một khoảng x là:

$$u_M = a_M\cos 2\pi(\frac{t}{T}t - \frac{x}{\lambda})$$

5. Tính tuần hoàn của sóng

- Tại một điểm M xác định trong môi trường:

  x = const : u_M là một hàm biến thiên điều hòa theo thời gian t với chu kỳ T.
- Tại một thời điểm xác định:

  t = const : u_M là một hàm biến thiên điều hòa trong không gian theo biến x với chu kỳ λ.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Quan sát một lò xo khi có sóng dọc như hình 14.2SGK, ta thấy các vùng bị nén (hay dãn) truyền đi dọc theo lò xo. Trong khi đó, nếu quan sát một vòng lò xo có đánh dấu, ta thấy nó chuyển động thế nào?

Trả lời

Nếu quan sát một vòng lò xo có đánh dấu, ta thấy nó dao động dọc trục lò xo.

C2. Hãy chỉ ra vị trí và hướng chuyển động của các phần tử của dây ở các thời điểm t = $\frac{T}{2}$, $\frac{3T}{2}$, T, $\frac{5T}{2}$ trên hình 14.3SGK.

Trả lời

Phần tử	$\frac{T}{2}$	$\frac{3T}{2}$	T	$\frac{5T}{2}$
0	VTCB,↓	VTCB,↓	VTCB,↑	VTCB,↓
1	trên VTCB, ↓	trên VTCB, ↓	dưới VTCB, ↑	trên VTCB, ↓
2	trên VTCB, ↓	trên VTCB, ↓	dưới VTCB, ↑	trên VTCB, ↓

3	cao nhất, ↓	cao nhất, ↓	thấp nhất ,↑	cao nhất, ↓
4	trên VTCB,↑	trên VTCB,↑	dưới VTCB, ↓	trên VTCB,↑
5	trên VTCB,↑	trên VTCB,↑	dưới VTCB, ↓	trên VTCB,↑
6	VTCB,↑	VTCB,↑	VTCB ,↓	VTCB,↑
12	đứng yên	VTCB,↓	VTCB,↑	VTCB,↓
18	đứng yên	VTCB,↑	đứng yên	VTCB,↑
24	đứng yên	đứng yên	đứng yên	VTCB,↓

C3. Hãy chỉ ra vị trí và hướng chuyển động của phần tử số 6 và số 12 của lò xo ở các thời điểm $\frac{T}{2}$, $\frac{3T}{2}$, T, $\frac{5T}{2}$ trên hình 14.3SGK.

Trả lời

Thời điểm t	Phần tử số 6		Phần tử số 12	
	Vị trí	Hướng chuyển động	Vị trí	Hướng chuyển động
$\frac{T}{2}$	Vị trí cân bằng	đi lên	Vị trí cân bằng	đứng yên
$\frac{3T}{2}$	Vị trí cân bằng	đi lên	Vị trí cân bằng	đi xuống
T	Vị trí cân bằng	đi xuống	Vị trí cân bằng	đi lên
$\frac{5T}{2}$	Vị trí cân bằng	đi xuống	Vị trí cân bằng	đi xuống

C4. Hãy chỉ ra một số nguyên nhân làm cho biên độ sóng giảm khi ra xa tâm dao động.

Trả lời

Một số nguyên nhân làm cho biên độ sóng giảm khi ra xa tâm dao động:

- Khi truyền ra càng xa tâm số lượng phần tử của môi trường tham gia dao động càng tăng, nên năng lượng do nguồn sóng cung cấp cho mỗi phần tử giảm xuống. Tức là năng lượng dao động của các phần tử càng xa nguồn càng giảm ⇒ biên độ sóng giảm.
- Một phần năng lượng sóng truyền đi bị mất mát do ma sát ⇒ biên độ sóng giảm.

C5. Hãy chỉ ra trên hình 14.3SGK và 14.4SGK những điểm dao động cùng pha và so sánh khoảng cách giữa từng cặp hai điểm gần nhau nhất dao động cùng pha.

Trả lời

- Trên hình 14.3SGK: các điểm dao động cùng pha với nhau là:

(O ; 12 và 24) và (6 ; 18)

- Trên hình 14.4SGK: các điểm dao động cùng pha với nhau là:

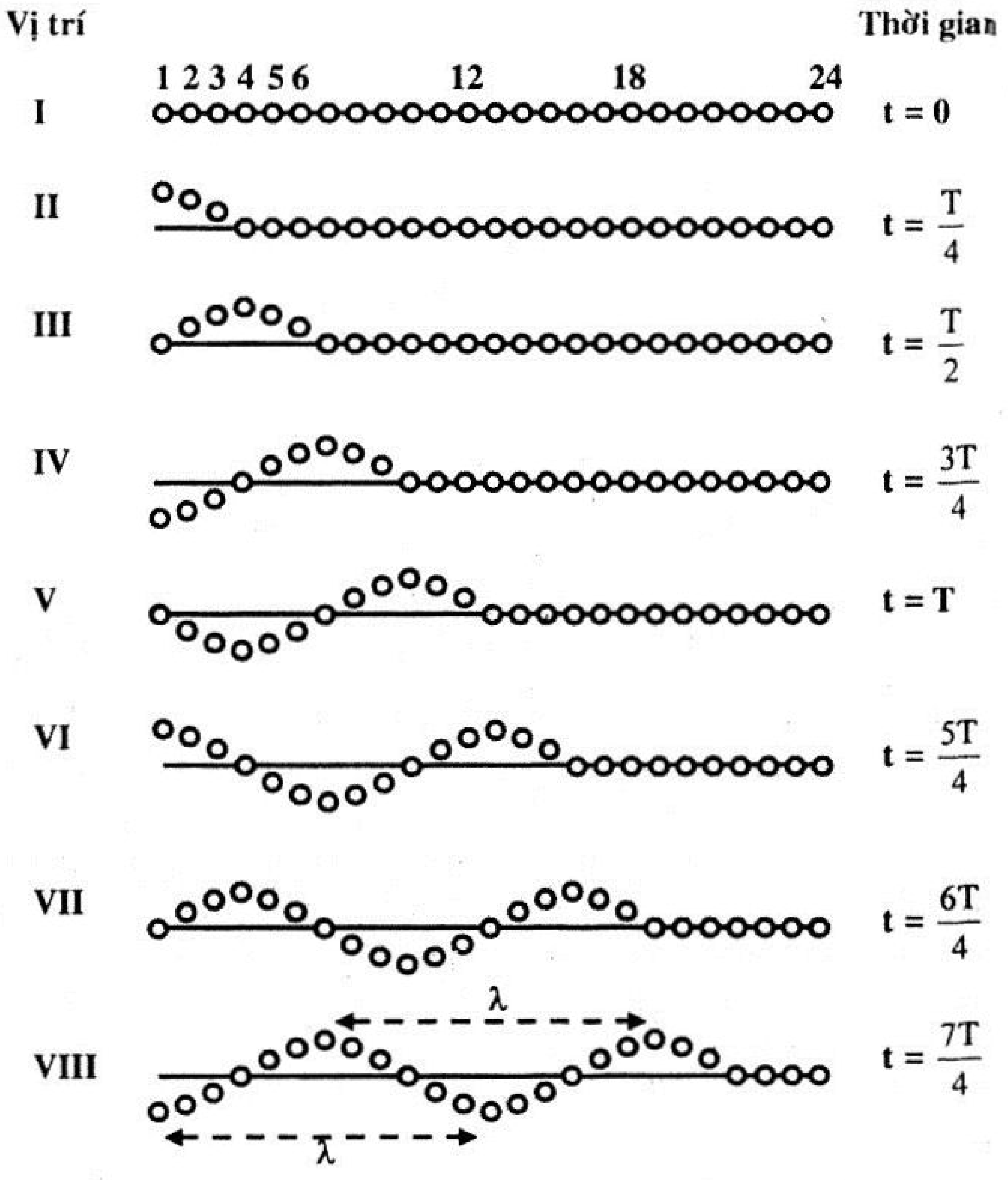
(O ; 12 và 24) và (6 ; 18 và 30)

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Dùng hình vẽ để giải thích sóng cơ được tạo ra như thế nào?

Trả lời


Vị trí
Thời gian
1 2 3 4 5 6
12
18
24
I
t = 0
II
t = T/4
III
t = T/2
IV
t = 3T/4
V
t = T
VI
t = 5T/4
VII
t = 6T/4
VIII
λ
λ
t = 7T/4

Hình 14.4. Mô hình biểu diễn vị trí của các phần tử của sóng ngang ở những thời điểm liên tiếp.

Giữa các phần tử vật chất của môi trường tồn tại lực liên kết F, lực này đóng vai trò của lực hồi phục. Khi trong môi trường có một nguồn dao động đặt tại vị trí (1), phần tử vật chất tại (1) lệch ra khỏi vị trí cân bằng (VTCB), lực liên kết này kéo (1) về VTCB, đồng thời kéo các phần tử lận cận (2), (3), (4) ... lệch khỏi VTCB. Như vậy dưới tác dụng của lực F, (1) sẽ dao động kéo theo các phần tử lận cận (2), (3), (4)... dao động theo ⇒ dao động được lan truyền tạo thành sóng cơ như hình 14.4.

2. Sóng dọc và sóng ngang khác nhau chỗ nào?

Trả lời

- Sóng dọc là sóng mà các phần tử của nó dao động theo phương song song với phương truyền của sóng.
- Sóng ngang là sóng mà các phần tử của nó dao động theo phương vuông góc với phương truyền của sóng.

3. Hãy dùng phương trình sóng để suy ra sóng có tính tuần hoàn theo thời gian và tuần hoàn theo không gian.

Trả lời

Phương trình sóng tại một điểm M cách O một khoảng x là:

$$u_M = a_M \cos 2\pi\left(\frac{t}{T} t - \frac{x}{\lambda}\right)$$

Tính tuần hoàn của sóng

- Tại một điểm M xác định trong môi trường:
  $x = const \Rightarrow u_M$ là một hàm biến thiên điều hòa theo thời gian t với chu kỳ T.
- Tại một thời điểm xác định:
  $t = const \Rightarrow u_M$ là một hàm biến thiên điều hòa trong không gian theo biến x với chu kỳ λ.

▼

14.1. Sóng cơ là gì?

A. Sự truyền chuyển động cơ trong không khí.
B. Những dao động cơ học lan truyền trong môi trường vật chất.
C. Chuyển động tương đối của vật này so với vật khác.
D. Sự co dãn tuần hoàn giữa các phần tử của môi trường.

Hướng dẫn giải

Sóng cơ là những dao động cơ học lan truyền trong môi trường vật chất.

Đáp án:B

14.2. Bước sóng là gì?

A. Là quãng đường mà mỗi phần tử của môi trường đi được trong 1 giây.
B. Là khoảng cách giữa hai phần tử của sóng dao động ngược pha.

C. Là khoảng cách giữa hai phần tử sóng gần nhất dao động cùng pha.

D. Là khoảng cách giữa hai vị trí xa nhau nhất của mỗi phần tử sóng.

Hướng dẫn giải

Bước sóng là gì là khoảng cách giữa hai phần tử sóng gần nhất dao động cùng pha.

Đáp án: C

14.3. Một sóng có tần số 1 000 Hz truyền đi với tốc độ 330 m/s thì bước sóng của nó có giá trị nào sau đây?

A. 330 000 m. B. 3 m^{-1} C. 0,33 m/s. D. 0,33 m.

Hướng dẫn giải

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{330}{1000} = 0,33 \text{ m}$$

Đáp án: D

14.4. Một sóng ngang truyền trên một dây rất dài có phương trình: $u = 6\cos(4\pi t + 0,02\pi x)$ trong đó x và u được tính bằng cm và t được tính bằng giây. Hãy xác định:

a) biên độ; b) bước sóng; c) tần số;

d) vận tốc; e) độ dời u tại x = 16,6 cm lúc t = 4 s.

Hướng dẫn giải

a) Theo phương trình ta có biên độ A = 6 cm

b) Phương trình sóng có dạng:

$$u = A\cos2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) = A\cos\left(2\pi\frac{t}{T} - 2\pi\frac{x}{\lambda}\right)$$

Mà phương trình sóng đang xét có dạng:

$$u = 6\cos(4\pi t + 0,02\pi x)$$

$$\Rightarrow 2\pi\frac{x}{\lambda} = 0,02\pi x \Rightarrow \lambda = 100 \text{ cm}$$

c) Tần số: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{4\pi}{2\pi} = 2$ Hz.

d) Vận tốc : $v = \lambda f = 100.2 = 200$ cm/s hay v = 2 m/s

e) Độ dời u tại x = 16,6 cm lúc t = 4 s

$$u = 6\cos(4\pi t + 0,02\pi x) = 6\cos(4\pi.4 + 0,02\pi.16,6) \approx 3 \text{ cm}$$

Đáp số: a) 6 cm; b) 100 cm; c) 2 Hz; d) 2 m/s; e) 3 cm

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

14.5. Chọn câu trả lời **sai**

A. Tần số sóng là tần số dao động của các phần tử vật chất trong môi trường truyền sóng và bằng tần số của nguồn phát sóng.

B. Bước sóng là quãng đường sóng truyền đi được trong một chu kì.

C. Vận tốc truyền sóng là vận tốc dao động của các phần tử vật chất trong môi trường truyền sóng.

D. Biên độ sóng tại một điểm trong môi trường truyền sóng là biên độ dao động của phần tử vật chất tại điểm đó.

14.6. Chọn câu trả lời đúng

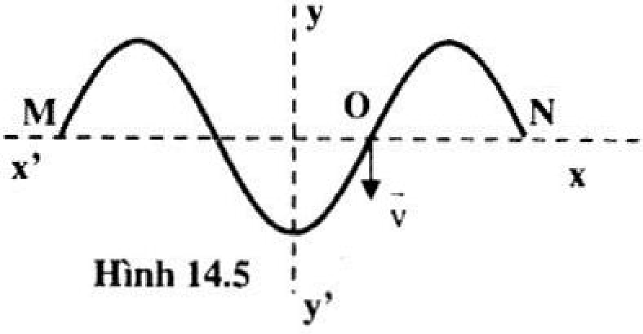
Một sóng cơ học ngang truyền trong một môi trường vật chất. Tại một thời điểm t bất kỳ sóng có dạng như hình 14.5. Trong đó v là vận tốc dao động của phần tử vật chất tại O.

A. Sóng truyền theo hướng từ x' sang x.

B. Sóng truyền theo hướng từ x sang x'.

C. Khoảng cách MN = 3λ.

D. Sóng truyền theo hướng từ y sang y'.



Hình 14.5

14.7. Chọn câu trả lời đúng

Người ta đặt chìm trong nước một nguồn âm có tần số là f và thấy hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng cách nhau 0,5 m luôn dao động lệch pha nhau 30^0. Biết vận tốc truyền âm trong nước là 1440 m/s. Tần số f bằng:

A. 30 Hz B. 60 Hz C. 120 Hz D. 240 Hz

14.8. Một sóng cơ có phương trình $u = 20\cos(5\pi t - \frac{x}{40})$ (cm). Tại một thời điểm t nào đó, điểm A tại gốc tọa độ và điểm B là điểm đầu tiên dọc theo trục x bị lệch pha 60^o so với điểm A. Tìm vị trí điểm B.

14.9. Đầu A của một sợi dây đàn hồi rất dài nằm ngang dao động theo phương trình: $u_A = 6\cos 4\pi t$ (cm). Biết vận tốc truyền sóng trên dây là 2 m/s.

a) Tính chu kì, tần số và bước sóng.

b) Viết phương trình sóng tại điểm M trên dây cách nguồn A 0,5 m.

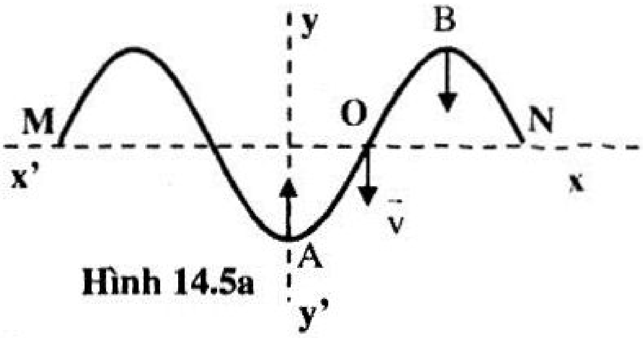
E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

14.5. *C*

Vận tốc truyền sóng là vận tốc truyền pha dao động, không phải là vận tốc dao động của các phần tử vật chất trong môi trường truyền sóng

⇒ câu sai C.

14.6. ***A***



Hình 14.5a

- Khoảng cách MN = 1,5λ.
- Vì đây là sóng ngang và v là vận tốc dao động của phần tử vật chất tại O nên phương truyền sóng phải là phương xx'. Gọi A, B là các điểm trên hình 14.5a ở thời điểm t. Ta thấy ở thời điểm t' = t + ¼T pha của sóng tại B sẽ giống pha của sóng tại điểm O ở thời điểm t. Như vậy pha sóng đã truyền theo chiều từ x' tới x. Mà quá trình truyền sóng là quá trình truyền pha dao động. Vậy sóng truyền theo hướng x'x.

14.7. ***D***

Hai điểm M, N gần nhau nhất nằm trên cùng một phương truyền âm có độ lệch pha 30^0:

$$\Delta\varphi_{MN} = 2\pi\frac{MN}{\lambda} = 2\pi\frac{MN.f}{v} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow f = \frac{v.\Delta\varphi_{MN}}{2\pi.MN} = \frac{v}{12.MN} = 240\text{ Hz}$$

14.8. Từ phương trình sóng $u = 20\cos(16\pi t - \frac{x}{40})$ (cm), tại thời điểm t, pha của một điểm có tọa độ x là: $\varphi = 16\pi t - \frac{x}{40}$

Điểm B lệch pha 60^o, hoặc $\frac{\pi}{3}$ rad, so với điểm A:

$$\Rightarrow \varphi_A - \varphi_B = \pm\frac{\pi}{3} \Rightarrow (16\pi t - \frac{x_A}{40}) - (16\pi t - \frac{x_B}{40}) = \pm\frac{\pi}{3}$$

Mà điểm A nằm tại gốc tọa độ nên $x_A = 0$

$$\Rightarrow \frac{x_B}{40} = \pm\frac{\pi}{3} \Rightarrow x_B = \pm\ 40\ .\ \frac{\pi}{3} \approx \pm 42\text{ cm}$$

Đáp số: ± 42 cm

14.9.

a) Chu kì – Tần số sóng: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 1\text{ s} \Rightarrow f = \frac{1}{T} = 1\text{ Hz}$

Bước sóng: $\lambda = v.T = 2\text{ m}$

b) Phương trình sóng tại M:

$$u_M = 6\cos(4\pi t - 2\pi\frac{AM}{\lambda})\text{ (cm)} \Rightarrow u_M = 4\cos(4\pi t - \frac{\pi}{2})\text{ (cm)}$$

Điều kiện: $t \geq t_{AM} = \frac{AM}{v} = 0{,}25s$

Đáp số: a) T = 1s; f = 1 Hz; λ = 2 m; b) $u_A = 6\cos(4\pi t - \frac{\pi}{2})$ ***(cm), t ≥ 0,25s***

Bài 15 – SỰ PHẢN XẠ SÓNG - SÓNG DỪNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

I. Sự phản xạ của sóng

1. Phản xạ có đổi dấu

Phản xạ của sóng trên *đầu dây (hay một vật cản) cố định* là phản xạ có đổi dấu.

2. Phản xạ không đổi dấu

Phản xạ của sóng trên *đầu dây (hay một vật cản) di động* là phản xạ không đổi dấu.

II. Sự tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ – Sóng dừng

Xét trường hợp tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ trên một sợi dây chiều dài l. Giả sử phương trình sóng tới ở đầu A là:

$$u_A = a\cos\omega t$$

1. Phản xạ có đổi dấu

- Phương trình tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ tại một điểm M trên dây cách vật cản cố định một khoảng d là:

$$u_M = 2a\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right).\cos 2\pi\left[\frac{t}{T} - \frac{l + \frac{\lambda}{4}}{\lambda}\right]$$

- Biên độ dao động tổng hợp tại M:

$$a_M = 2a\left|\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)\right|$$

- Điều kiện M là nút sóng: $a_M = 0$

$$\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) = 0 \Rightarrow 2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2} = (k + \frac{1}{2})\pi$$

$$\Rightarrow d = k\frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, ...$$

- Điều kiện M là bụng sóng: $a_M = 2a$

$$\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) = \pm 1 \Rightarrow 2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2} = k\pi$$

$$\Rightarrow d = k\frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{4} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, ...$$

2. Phản xạ không đổi dấu

- Phương trình tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ tại một điểm M trên dây cách vật cản tự do một khoảng d là:

$$u_M = 2a\cos 2\pi\frac{d}{\lambda}.\cos 2\pi\left[\frac{t}{T} - \frac{1}{\lambda}\right]$$

- Điều kiện M là nút sóng: $a_M = 0$

$$\cos 2\pi\frac{d}{\lambda} = 0 \Rightarrow 2\pi\frac{d}{\lambda} = (k + \frac{1}{2})\pi$$

$$\Rightarrow d = (k + \frac{1}{2}).\frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, ...$$

- Điều kiện M là bụng sóng: $a_M = 2a$

$$\cos 2\pi\frac{d}{\lambda} = \pm 1 \Rightarrow 2\pi\frac{d}{\lambda} = k\pi$$

$$\Rightarrow d = k\frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, ...$$

3. Sóng dừng

a) Định nghĩa

Sóng có các nút và bụng sóng cố định trong không gian gọi là sóng dừng.

b) Tính chất

- Khoảng cách giữa hai nút sóng hay giữa hai bụng sóng bất kì

$$d_{BB} = d_{NN} = k\frac{\lambda}{2}, k = \text{số nguyên}$$

- Khoảng cách giữa một nút sóng với một bụng sóng bất kì

$$d_{NB} = (2k + 1)\frac{\lambda}{4}, k = \text{số nguyên}$$

c) Điều kiện sóng dừng

- Điều kiện sóng dừng hai đầu cố định (nút) hay hai đầu tự do (bụng sóng) :

$$l = k\frac{\lambda}{2}; k = \text{số bó sóng}$$

- Điều kiện sóng dừng một đầu cố định (nút sóng) và một đầu tự do (bụng sóng):

$$l = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$$, k = số bó sóng

d) Ứng dụng

Ứng dụng hiện tượng sóng dừng có thể xác định được tốc độ truyền sóng trên dây.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. So sánh chiều biến dạng của lò xo, chiều chuyển động của sóng trước và sau khi gặp đầu cố định trên hình 15.1SGK.

Trả lời

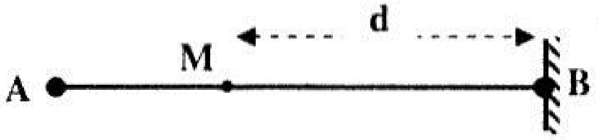
Chiều biến dạng của lò xo, chiều chuyển động của sóng trước và sau khi gặp đầu cố định là ngược chiều nhau.

C2. Quan sát thí nghiệm và so sánh khoảng cách giữa hai điểm nút gần nhau nhất và hai điểm bụng gần nhau nhất trên hình 15.2SGK.

Trả lời

Khoảng cách giữa hai điểm nút gần nhau nhất bằng với khoảng cách giữa hai điểm bụng gần nhau nhất.

C3. Nếu điểm M trên hình 15.3 đồng thời nhận được hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có độ dời u_1 và u_2 thì chuyển động của M sẽ là chuyển động gì.



Hình 15.3

Trả lời

Nếu điểm M đồng thời nhận được hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số thì chuyển động của M sẽ là một dao động điều hòa cùng phương cùng tần số có độ dời u xác định bởi biểu thức: $u = u_1 + u_2$.

C4. Biên độ dao động tổng hợp của M trên hình 15.3 sẽ có giá trị như thế nào trong các trường hợp:

a) Hai dao động thành phần cùng pha?

b) Hai dao động thành phần ngược pha?

Trả lời

Giả sử ở thời điểm t, phương trình sóng tới của điểm M là:

$$u_{1M} = A\cos 2\pi ft$$

thì phương trình sóng phản xạ tại điểm M là:

$$u_{2M} = A\cos(2\pi ft - 4\pi\frac{d}{\lambda} - \pi)$$

⇒ Độ lệch pha của sóng tới và sóng phản xạ tại M là:

$$\Delta\varphi = 4\pi\frac{d}{\lambda} + \pi \qquad (1)$$

- Biên độ dao động tổng hợp tại M:

$$A_M = 2A\left|\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)\right| \qquad (2)$$

a) Trường hợp hai dao động thành phần cùng pha: từ (1) và (2)suy ra

$$\Delta\varphi = 4\pi\frac{d}{\lambda} + \pi = 2k\pi \Rightarrow d = k\frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{4} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, ...$$

$$\Rightarrow \cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) = \pm 1 \Rightarrow A_M = 2A \Rightarrow \text{ M là bụng sóng.}$$

b) Hai dao động thành phần ngược pha: từ (1) và (2) suy ra

$$\Delta\varphi = 4\pi\frac{d}{\lambda} + \pi = (2k + 1)\pi \Rightarrow d = k\frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, ...$$

$$\Rightarrow \cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) = 0 \Rightarrow A_M = 0 \Rightarrow \text{ M là nút sóng.}$$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Hãy vận dụng phương trình sóng để giải thích hiện tượng sóng dừng trên dây đàn hồi hai đầu cố định.

Trả lời

Xem SGK trang 85

2. Phát biểu điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi trong hai trường hợp:

a) Dây có một đầu cố định, một đầu tự do.

b) Dây có hai đầu cố định.

Trả lời

a) Điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi đối với dây có một đầu cố định, một đầu tự do là: Chiều dài của dây bằng một số bán nguyên lần nửa bước sóng: $l = (2n+1)\frac{\lambda}{4}$; với $n \in N$

b) Điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi đối với dây có hai đầu cố định là: Chiều dài của dây bằng một số nguyên lần nửa bước sóng:

$$l = n\frac{\lambda}{2}.$$

▼

15.1. Ta quan sát thấy hiện tượng gì khi trên một sợi dây có sóng dừng?

A. Tất cả các phần tử của dây đều đứng yên.

B. Trên dây có những bụng sóng xen kẽ với những nút sóng.

C. Tất cả các điểm trên dây đều dao động với biên độ cực đại.

D. Tất cả các điểm trên dây đều chuyển động với cùng vận tốc.

Hướng dẫn giải

Khi trên một sợi dây có sóng dừng thì trên dây có những bụng sóng xen kẽ với những nút sóng.

Đáp án:B

15.2. Sóng truyền trên một sợi dây hai đầu cố định có bước sóng λ. Muốn có sóng dừng trên dây thì chiều dài L của dây phải có giá trị nào dưới đây?

A. $L = \frac{\lambda}{4}$ B. $L = \frac{\lambda}{2}$ C. $L = \frac{2\lambda}{3}$ D. $L = \lambda^2$

Hướng dẫn giải

Dây có hai đầu cố định có bước sóng λ nên để sóng dừng trên dây thì chiều dài L của dây phải thỏa mãn điều kiện $L = n\frac{\lambda}{2}$ ⇒ Trong trường hợp này chiều dài $L = \frac{\lambda}{2}$.

Đáp án: B

15.3 Trên một sợi dây dài 40 cm có sóng dừng, người ta quan sát thấy có 4 bụng sóng. Tần số dao động là 400 Hz. Tìm tốc độ truyền sóng trên dây.

Hướng dẫn giải

Người ta quan sát thấy trên dây chỉ có 4 bụng sóng ⇒ trường hợp sóng dừng có hai đầu cố định. Khi đó chiều dài dây phải thỏa điều kiện:

$$L = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2.40}{4} = 20\text{ cm}.$$

⇒ tốc độ truyền sóng trên dây:

$$v = \lambda f = 20.400 = 8\,000\text{ cm/s} = 80\text{ m/s}$$

Đáp số: 80 m/s

15.4. Một dây có một đầu bị kẹp chặt, đầu kia buộc vào một nhánh của một âm thoa có tần số 600 Hz. Âm thoa dao động tạo ra một sóng dừng có 4 bụng. Tốc độ sóng trên dây là 400 m/s. Tìm:

a) Bước sóng.

b) Chiều dài của dây.

Hướng dẫn giải

a) Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{400}{600} = \frac{2}{3}\text{ m} \approx 0{,}67\text{ m}$

b) Âm thoa dao động với biên độ nhỏ nên có thể xem như đầu cố định. Vì vậy, để có sóng dừng, chiều dài dây phải thỏa điều kiện:

$$L = n\frac{\lambda}{2} = 4\,.\,\frac{2}{2.3} = \frac{4}{3}\,\text{m} \approx 1{,}33\ \text{m}$$

Đáp số: a) 0,67m; b) 1,33 m

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

15.5. Chọn câu trả lời đúng

Ứng dụng của hiện tượng sóng dừng để:

A. xác định vận tốc truyền sóng.
B. xác định chu kì sóng.
C. xác định tần số sóng.
D. xác định năng lượng sóng.

15.6. Chọn câu trả lời đúng

Một sợi dây đàn hồi dài 100 cm, có hai đầu A, B cố định. Một sóng truyền có tần số 50 Hz, với vận tốc truyền sóng là 20 m/s. Số bó sóng trên dây là:

A. 500
B . 50
C. 5
D. Một giá trị khác.

15.7. Một sợi dây đàn hồi có sóng dừng với hai tần số liên tiếp $f_1 = 30$ Hz, $f_2 = 50$ Hz .

a) Hãy cho biết trên dây này có một đầu cố định hay hai đầu cố định? Tại sao?

b) Tính tần số trên dây để có sóng dừng với số múi (bó) sóng ít nhất (tần số cơ bản).

c) Tính chiều dài dây. Biết vận tốc truyền sóng trên dây là 60 m/s.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

15.5. ***A***

Ứng dụng của hiện tượng sóng dừng để xác định vận tốc truyền sóng..

15.6. ***C***

Điều kiện sóng dừng hai đầu nút:

$$l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{v}{2f} \;\Rightarrow\; k = \frac{2fl}{v} = 5 \text{ bó sóng}$$

15.7.

a) Gọi l là chiều dài dây. Giả sử sóng dừng có một đầu cố định, điều kiện sóng dừng với hai tần số f_1 và f_2 lần lượt là:

$$l = (2k_1 + 1)\frac{\lambda}{4} = (2k_1 + 1)\frac{v}{4f_1} \qquad (1)$$

$$l = (2k_2 + 1)\frac{\lambda}{4} = (2k_2 + 1)\frac{v}{4f_2} \qquad (2)$$

Vì $f_1 < f_2$ và là hai tần số liên tiếp thỏa điều kiện sóng dừng nên:

$$k_2 = k_1 + 1 \qquad (3)$$

Từ (1), (2) và (3) suy ra:

$$(2k_1 + 1)\frac{v}{4f_1} = (2k_2 + 1)\frac{v}{4f_2} = [2(k_1 + 1) + 1\}\frac{v}{4f_2}$$

$$\Rightarrow (2k_1 + 1).f_2 = (2k_1 + 3).f_1$$

$\Rightarrow k_1 = 1\ ;\ k_2 = 2 \Rightarrow k_1, k_2 \in Z \Rightarrow$ sóng dừng có một đầu cố định.

b) Gọi f_0 là tần số trên dây để có sóng dừng với số múi (bó) sóng ít nhất (tần số cơ bản) thì số bó sóng khi đó là $k_0 = 0$. Khi đó:

$$l = (2k_0 + 1)\frac{v}{4f_0} \qquad (4)$$

Từ (1) và (4) suy ra : $\frac{v}{4f_0} = (2k_1 + 1)\frac{v}{4f_1} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{3}f_1 = 10\text{ Hz}$

c) Biết vận tốc truyền sóng trên dây là 60 m/s. Chiều dài dây là :

$$l = \frac{v}{4f_0} = \frac{60}{4.10} = 1{,}5\text{ m}$$

Đáp số: a) sóng dừng có một đầu cố định ; b) 10 Hz ; c) 1,5 m

Bài 16 – GIAO THOA SÓNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

I. Giao thoa sóng

1. Định nghĩa

Hiện tượng giao thoa là hiện tượng hai sóng có cùng tần số, có hiệu pha không phụ thuộc vào thời gian khi gặp nhau tại một điểm có thể tăng cường nhau hoặc triệt tiêu nhau.

2. Nguồn kết hợp

Hai nguồn kết hợp là hai nguồn sóng có:

+ Cùng tần số.

+ Cùng phương dao động.

+ Cùng pha hay có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

3. Sóng kết hợp

Sóng kết hợp là sóng do các nguồn kết hợp tạo ra. Hai sóng kết hợp phải thỏa điều kiện:

+ Cùng tần số.

+ Tại mỗi điểm mà hai sóng gặp nhau phải có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

4. Phương trình giao thoa sóng

a) Phương trình giao thoa

Giả sử phương trình sóng tại hai nguồn kết hợp O_1, O_2 là:

$$u_1 = u_2 = a\cos\omega t$$

Xét một điểm M cách $d_1 = O_1M$, $d_2 = O_2M$.

Phương trình sóng tại M do O_1, O_2 truyền tới : coi a = const ,

$$u_{1M} = a\cos 2\pi(\frac{t}{T}t - \frac{d_1}{\lambda})$$

$$u_{2M} = a\cos 2\pi(\frac{t}{T}t - \frac{d_2}{\lambda})$$

- Phương trình sóng tổng hợp tại M :

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2a\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{d_2 + d_1}{2\lambda})$$

⇒ Dao động tại M vẫn là một dao động điều hòa chu kì T

- Biên độ sóng tổng hợp tại M :

$$A = 2a\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right| = 2a_M\left|\cos\pi\frac{\Delta\varphi}{2}\right|$$

A = phụ thuộc vào vị trí của điểm M.

- Dao động tại M trễ pha so với dao động tại hai nguồn một lượng:

$$2\pi\frac{d_2 + d_1}{2\lambda}$$

b) Độ lệch pha của hai sóng từ hai nguồn truyền tới tại M

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}$$

- *Điểm có biên độ tổng hợp cực đại A = A_{max} khi:*

$$\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right| = 1 \text{ tức } \Delta\varphi = 2k\pi\text{; k = số nguyên.}$$

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda$$

- *Điểm có biên độ tổng hợp cực tiểu A = A_{min} (hay triệt tiêu) khi :*

$$\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right| = 0 \text{ tức } \Delta\varphi = (2k+1)\pi\text{; k = số nguyên.}$$

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$$

- *Để tìm số cực đại giao thoa N* (hay số bụng sóng trong khoảng cách giữa hai nguồn O_1,O_2) dựa vào điều kiện:

$$-S_1S_2 < d_2 - d_1 < S_1S_2$$

Trong đó $d_2 - d_1$ thỏa điều kiện $\Delta\varphi = 2k\pi$

- *Để tìm số cực tiểu giao thoa N'*(hay số nút sóng trong khoảng cách giữa hai nguồn O_1, O_2)

$$-S_1S_2 \le d_2 - d_1 \le S_1S_2$$

Trong đó $d_2 - d_1$ thỏa điều kiện $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$

II. Nhiễu xạ sóng

Hiện tượng sóng khi gặp vật cản thì đi lệch khỏi phương truyền thẳng của sóng và đi vòng qua vật cản gọi là sự nhiễu xạ của sóng.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy cho biết, dựa trên việc quan sát hiện tượng sóng dừng trên dây, ta có thể nhận biết được những đặc điểm gì của sóng?

Trả lời

Dựa trên việc quan sát hiện tượng sóng dừng trên dây, ta có thể nhận biết được những đặc điểm của sóng:

- Quá trình truyền sóng là quá trình lan truyền dao động. Khi sóng truyền tới vị trí nào của môi trường thì phần tử vật chất tại vị trí đó sẽ thực hiện dao động.
- Tại một vị trí, nếu có hai sóng kết hợp truyền tới thì phần tử vật chất tại điểm đó thực hiện đồng thời hai dao động thành phần và dao động của nó là sự tổng hợp của hai dao động thành phần đó.
- Các sóng từ cùng một nguồn phát ra hay do hai nguồn kết hợp phát ra khi gặp nhau ở một vị trí xác định, chúng có thể tăng cường nhau hay triệt tiêu nhau, mà người ta gọi là giao thoa sóng.
- Sóng dừng là một trường hợp đặc biệt của sự giao thoa sóng, đó là sự giao thoa của các sóng kết hợp trên cùng một phương truyền sóng.

C2. Một điểm M trên mặt nước sẽ dao động thế nào nếu cùng một lúc:

a) Gợn lồi gặp gợn lồi?

b) Gợn lõm gặp gợn lõm?

c) Gợn lồi gặp gợn lõm?

Trả lời

a) Gợn lồi gặp gợn lồi: hai sóng dao động cùng pha ⇒ M dao động với biên độ cực đại và là gợn lồi.

b) Gợn lõm gặp gợn lõm: hai sóng dao động cùng pha ⇒ M dao động với biên độ cực đại và là gợn lõm.

c) Gợn lồi gặp gợn lõm: hai sóng dao động ngược pha ⇒ M dao động với biên độ cực tiểu.

C4. Hình 16.4SGK là ảnh chụp mặt nước khi có giao thoa sóng. Vì sao ở đây các vân giao thoa không phải là những đường liền nét như khi nhìn trực tiếp bằng mắt thường?

Trả lời

Khi chụp ảnh, hình ảnh giao thoa ghi nhận được trên phim là ở một thời điểm (lúc chụp ảnh) nên các vân giao thoa bị gián đoạn; Còn khi nhìn bằng mắt thường do hiện tượng lưu ảnh của võng mạc, ta cảm giác các vân giao thoa là các đường liền nét.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Hãy giải thích hiện tượng tạo thành vân giao thoa trên mặt nước.

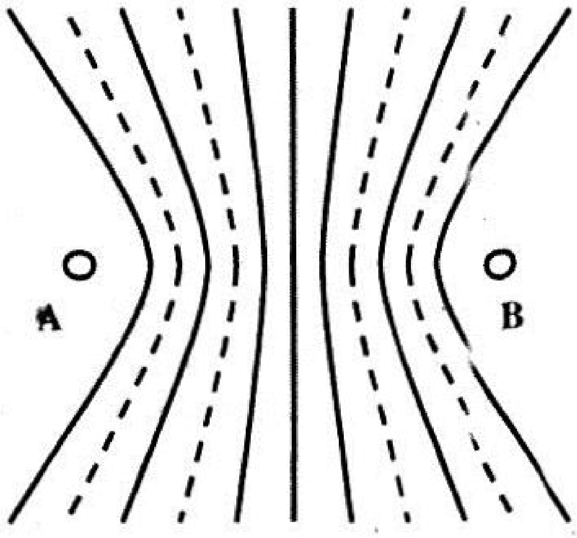
Trả lời

Giả sử trên mặt nước có hai nguồn sóng kết hợp A và B như hình 16.1. Ta có biên độ sóng tổng hợp tại M bất kì cách hai nguồn là $d_1 = AM$; $d_2 = BM$ là:

$$A_M = 2a\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right|$$

Độ lệch pha của sóng tại M do hai nguồn truyền tới là:

$$\Delta\varphi = \frac{\omega}{v}\,|d_2 - d_1| = \frac{\omega}{v}d \quad \text{hay} \quad \Delta\varphi = 2\pi\frac{|d_2 - d_1|}{\lambda} = 2\pi\frac{d}{\lambda}$$



Hình 16.1. Hình ảnh vân giao thoa khi hai sóng nước giao nhau.

Với: $d = |d_2 - d_1|$ = hiệu đường đi từ 2 nguồn tới M.

- Tại những điểm M thỏa điều kiện cùng pha :

  $\Delta\varphi = 2n\pi$ tức $d_2 - d_1 = d = n\lambda$

  Với $n \in Z$: 2 sóng cùng pha, biên độ sóng tổng hợp đạt cực đại :

  $A_M = A_{max} = 2a$. Quĩ tích các điểm này là các đường hypebol có tiêu điểm là A, B là các vân cực đại giao thoa.

- Tại những điểm M thỏa điều kiện ngược pha:

$$\Delta\varphi = (2n+1)\pi \text{ tức } d_2 - d_1 = d = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$$

Với $n \in Z$: 2 sóng ngược pha, biên độ sóng tổng hợp triệt tiêu: $A_M = 0$. Quĩ tích các điểm này là các đường hypebol có tiêu điển là A, B là các vân cực tiểu giao thoa.

2. Giải thích vì sao hai sóng mặt nước xuất phát từ hai nguồn không kết hợp giao nhau lại không tạo thành vân giao thoa.

Trả lời

Hai sóng mặt nước xuất phát từ hai nguồn không kết hợp sẽ có độ lệch pha phụ thuộc vào thời gian. Vì vậy, khi gặp nhau tại mỗi điểm trên mặt nước, biên độ sóng tổng hợp sẽ thay đổi theo thời gian, không tạo được các đường hyperbol xác định có biên độ tăng cường hay triệt tiêu ⇒ không tạo thành vân giao thoa.

▼

16.1. Điều kiện để có sóng giao thoa là gì?

A. Có hai sóng chuyển động ngược chiều nhau.
B. Có hai sóng cùng tần số và có độ lệch pha không đổi giao nhau.
C. Có hai sóng có cùng bước sóng giao nhau.
D. Có hai sóng có cùng biên độ, cùng tốc độ giao nhau.

Hướng dẫn giải

Điều kiện để có sóng giao thoa là hai sóng phải là hai sóng kết hợp ⇒ hai sóng cùng tần số và có độ lệch pha không đổi giao nhau.

Đáp án:B

16.2. Thế nào là hai sóng kết hợp?

A. Hai sóng chuyển động cùng chiều với cùng tốc độ.
B. Hai sóng luôn đi kèm với nhau.
C. Hai sóng có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi theo thời gian.
D. Hai sóng cùng bước sóng và có độ lệch pha biến thiên tuần hoàn.

Hướng dẫn giải

Hai sóng kết hợp là hai sóng có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

Đáp án: C

16.3. Có hiện tượng gì xảy ra khi một sóng mặt nước gặp một khe chắn hẹp có kích thước nhỏ hơn bước sóng?

A. Sóng vẫn tiếp tục truyền thẳng qua khe.
B. Sóng gặp khe bị phản xạ lại.
C. Sóng truyền qua khe giống như khe là một tâm phát sóng mới.
D. Sóng gặp khe thì dừng lại.

Hướng dẫn giải

Khi một sóng mặt nước gặp một khe chắn hẹp có kích thước nhỏ hơn bước sóng thì sóng truyền qua khe giống như khe là một tâm phát sóng mới.

Đáp án: C

16.4. Trong một thí nghiệm tạo vân giao thoa trên sóng nước, người ta dùng nguồn dao động có tần số 50 Hz và đo được khoảng cách giữa hai vân cực tiểu liên tiếp nằm trên đường nối liền hai tâm dao động là 2 mm. Tìm bước sóng và tốc độ truyền sóng.

Hướng dẫn giải

Khoảng cách d giữa hai vân cực tiểu liên tiếp nằm trên đường nối liền hai tâm dao động là 2 mm $\Rightarrow$ $d = \frac{\lambda}{2} = 2$ mm $\Rightarrow \lambda = 4$ mm

Tốc độ truyền sóng: $v = \lambda f = 4.50 = 200$ mm/s = 0,2 m/s

Đáp số: $\lambda = 4$ mm; 0,2 m/s

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

16.5. Chọn câu trả lời đúng

Trong hiện tượng giao thoa sóng, điều kiện để một điểm M nằm trong môi trường truyền sóng là cực tiểu giao thoa phải có độ lệch pha sóng từ hai nguồn truyền tới thỏa:

A. $\Delta\varphi = 2k\pi$

B. $\Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$

C. $\Delta\varphi = k\frac{\pi}{2}$

D. $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$

Với $k \in Z$.

16.6. Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A và B dao động với cùng tần số f = 10 Hz, cùng biên độ và cùng pha ban đầu. Tại một điểm M cách hai nguồn sóng đó những khoảng lần lượt là $d_1 = 48$ cm và $d_2 = 60$ cm sóng có biên độ cực đại. Giữa M và đường trung trực của đoạn thẳng nối hai điểm A, B có hai cực đại khác. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là:

A. 20 cm/s

B. 40 cm/s

C. 60 cm/s

D. Một kết quả khác.

16.7. Tại 2 điểm S_1, S_2 cách nhau 9 cm có hai chấn động hình sin, cùng biên độ, cùng tần số 20 Hz và cùng pha ban đầu bằng không. Biết vận tốc truyền chấn động trong môi trường là 40 cm/s. Tính số cực đại và cực tiểu giao thoa xuất hiện trên đoạn thẳng nối $S_1 S_2$.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

16.5. ***D***

Trong hiện tượng giao thoa sóng, điều kiện để một điểm M nằm trong môi trường truyền sóng là cực tiểu giao thoa phải có độ lệch pha sóng từ hai nguồn truyền tới thỏa $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$.

16.6. ***B***

$$d_2 - d_1 = k\lambda, \text{ với } k = 3$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{d_2 - d_1}{3} = 4\text{ cm} \Rightarrow v = \lambda f = 40\text{ cm/s}$$

16.7. $\omega = 2\pi f = 40\pi$ rad/s ; $\lambda = \frac{v}{f} = 2$ cm

Số cực đại và cực tiểu dao thoa trên đoạn S_1S_2:

- Số cực đại giao thoa phải thỏa điều kiện:

$$-S_1S_2 < d_2 - d_1 < S_1S_2$$

Trong đó:

$d_2 - d_1$ thỏa điều kiện $\Delta\varphi = 2k\pi \Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda$; $k \in Z$

$$\Rightarrow -\frac{S_1S_2}{\lambda} < k < \frac{S_1S_2}{\lambda} \Rightarrow -4,5 < k < 4,5$$

$\Rightarrow k = [-4; 4]$, số giá trị được phép của $k = 9 \Rightarrow$ có 9 cực đại trong khoảng S_1S_2.

- Số cực tiểu giao thoa phải thỏa điều kiện:

$$-S_1S_2 \le d_2 - d_1 \le S_1S_2$$

Trong đó:

$d_2 - d_1$ thỏa điều kiện $\Delta\varphi = (2k+1)\pi \Rightarrow d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$; $k \in Z$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\left(\frac{-2S_1S_2}{\lambda} - 1\right) \le k \le \frac{1}{2}\left(\frac{2S_1S_2}{\lambda} - 1\right) \Rightarrow -5 \le k \le 4$$

$\Rightarrow k = [-5; 4]$, số giá trị được phép của $k = 10 \Rightarrow$ có 10 cực tiểu trong khoảng S_1S_2.

Đáp số: 9 cực đại, 10 cực tiểu

Bài 17 – SÓNG ÂM – NGUỒN NHẠC ÂM

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

I. Bản chất vật lí của âm thanh

1. Nguồn âm thanh

- Các vật có thể phát được âm thanh đều gọi là nguồn âm.
- Khi có một âm thanh phát ra, thì trong nguồn phải có một vật gì đó dao động, tức là âm thanh là một hiện tượng dao động.
- Có hai loại nguồn âm: nguồn nhạc âm và nguồn tiếng động.

  + Nhạc âm: là các âm có tần số xác định.

  Ví dụ: tiếng đàn, tiếng hát...

  + Tiếng động: là các âm có tần số không xác định.

Ví dụ: tiếng máy nổ, tiếng búa đập trên đe...

2. Tần số âm

Tần số dao động của vật phát ra một âm thanh cũng gọi là tần số của âm đó.

3. Định nghĩa sóng âm

Là những sóng cơ học truyền trong môi trường vật chất, có tần số trong khoảng từ 16 Hz đến 2.10^4 Hz và gây cảm giác âm đối với tai người.

4. Hạ âm và siêu âm

➢ *Giống nhau*

- Về bản chất sóng âm, hạ âm và siêu âm đều là sóng cơ học dọc lan truyền trong môi trường vật chất.

➢ *Khác nhau*

- Về tần số:
  + *Sóng âm:* là những sóng cơ học có tần số $16\ Hz < f < 2.10^4\ Hz$.
  + *Hạ âm:* là những sóng cơ học có tần số $f < 16\ Hz$.
  + *Siêu âm :* là những sóng cơ học có tần số $f > 2.10^4\ Hz$.
- Về khả năng cảm nhận của tai người:

Tai người chỉ cảm nhận được sóng âm; không cảm nhận được hạ âm và siêu âm.

II. Sự truyền âm

1. Môi trường truyền âm thanh

Âm thanh truyền được qua các môi trường khí, lỏng, rắn nhưng không truyền được qua chân không.

Sóng âm là sóng dọc truyền trong các môi trường đàn hồi.

2. Vận tốc truyền âm

Trong mỗi môi trường âm thanh truyền với một vận tốc xác định.

III. Đặc trưng vật lí của âm thanh

1. Áp suất của âm thanh

Biên độ của độ biến thiên áp suất Δp tại mỗi điểm của môi trường mà sóng âm truyền qua gọi là áp suất của âm thanh.

Đơn vị: N/m^2 hay paxcan.

2. Cường độ âm I

Là năng lượng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm, trong một đơn vị thời gian.

$$I = \frac{W}{S.t} = \frac{P}{S}$$ (Đơn vị : W/m^2) ; P = công suất âm.

- *Ngưỡng nghe:* là cường độ âm nhỏ nhất mà tai người còn có thể nghe rõ. Ngưỡng nghe phụ thuộc vào tần số âm. Âm có tần số từ 1.000 Hz – 5.000 Hz, ngưỡng nghe khoảng 10^{-12} W/m^2.
- *Ngưỡng đau:* là cường độ âm cực đại mà tai người còn có thể nghe được nhưng có cảm giác đau nhức. Đối với mọi tần số âm ngưỡng đau ứng với cường độ âm 10 W/m^2.
- *Miền nghe được:* là miền nằm giữa ngưỡng nghe và ngưỡng đau.

IV. Tính chất sinh lí của âm thanh

1. Độ cao

Độ cao của âm là một đặc trưng sinh lí *phụ thuộc vào tần số âm, không phụ thuộc vào năng lượng âm.*

Âm có tần số lớn là âm cao; Âm có tần số thấp là âm trầm.

2. Độ to

- *Mức cường độ âm*

$$L\,(B) = \lg \frac{I}{I_0} \text{ hay } L\,(dB) = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

Với $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2 = cường độ âm chuẩn ; I = cường độ âm tại điểm đang xét.

Đơn vị: Ben (B) hay Đềxiben

- *Độ to của âm*

Độ to của âm là một đặc trưng sinh lí *phụ thuộc vào tần số âm f và mức cường độ âm L.*

- Hai âm có cùng tần số, nhưng có mức cường độ âm khác nhau thì độ to sẽ khác nhau.
- Hai âm có cùng mức cường độ âm, nhưng tần số khác nhau thì độ to cũng sẽ khác nhau.

3. Âm sắc

Âm sắc là tính chất của âm giúp ta phân biệt các âm phát ra bởi các nguồn khác nhau (cả khi chúng có hoặc không có cùng độ cao, độ to).

Âm sắc là là một đặc trưng sinh lí *phụ thuộc vào tần số âm f và biên độ âm.*

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Có những yếu tố nào tham gia vào quá trình tạo ra một cảm giác về âm của ta?

Trả lời

Những yếu tố tham gia vào quá trình tạo ra một cảm giác về âm là nguồn âm và tai người nghe.

C2. Tại sao âm không thể truyền qua chân không?

Trả lời

Âm không thể truyền qua chân không vì: sóng âm cũng là một quá trình lan truyền dao động cơ học. Vì vậy phải có các phần tử vật chất của môi trường tham gia vào quá trình dao động, thì sóng mới truyền đi được. Chân không là môi trường không có vật chất nên sóng âm không lan truyền qua chân không được.

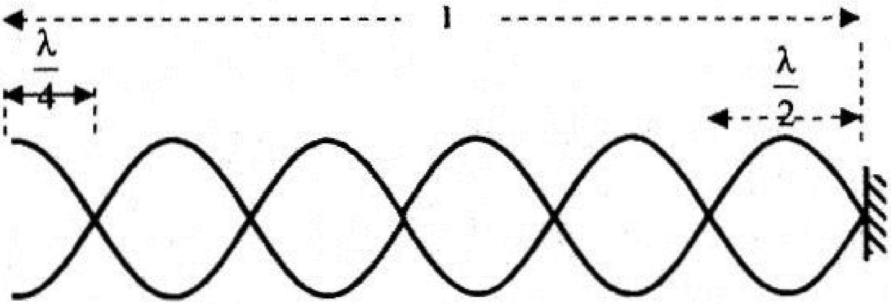
C3. Một dao động điều hòa có những đặc trưng vật lí nào?

Trả lời

Một dao động điều hòa có những đặc trưng vật lí: tần số, biên độ, dạng đồ thị dao động.

C4. Sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi một đầu cố định, một đầu tự do có dạng như thế nào? Chiều dài của dây có giá trị bằng bao nhiêu khi có sóng dừng?

Trả lời



Hình 17.1

- Sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi một đầu cố định, một đầu tự do có dạng như hình 17.1.
- Chiều dài của dây khi có sóng dừng một đầu cố định, một đầu tự do là:

$$l = (2n+1)\frac{\lambda}{4};\ \text{với } n \in N$$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Giải thích vì sao hai dây đàn giống nhau, mắc trên hai hộp đàn có hình dạng, kích thước khác nhau lại có thể phát ra hai âm sắc khác nhau?

Trả lời

Hai dây đàn giống nhau, mắc trên hai hộp đàn có hình dạng, kích thước khác nhau sẽ phát ra âm thanh của các họa âm khác nhau về tần số và biên độ

⇒ phát ra hai âm sắc khác nhau

2. Cường độ âm và mức cường độ âm liên hệ với nhau như thế nào?

Trả lời

Cường độ âm và mức cường độ âm tại một vị trí liên hệ với nhau bởi công thức:

$$L(dB) = 10\lg\frac{I}{I_0}$$

Trong đó: $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2, gọi là cường độ âm chuẩn.

▼

17.1. Cảm giác về âm phụ thuộc những yếu tố nào?

A. Nguồn âm và môi trường truyền âm.
B. Nguồn âm và tai người nghe.
C. Môi trường truyền âm và tai người nghe.
D. Tai người nghe và thần kinh thị giác.

Hướng dẫn giải

Cảm giác về âm phụ thuộc nguồn âm và tai người nghe.

Đáp án: B

17.2. Độ cao của âm phụ thuộc yếu tố nào của nguồn âm?

A. Độ đàn hồi của nguồn âm.
B. Biên độ dao đông của nguồn âm.
C. Tần số của nguồn âm.
D. Đồ thị dao động của nguồn âm.

Hướng dẫn giải

Độ cao của âm phụ thuộc vào tần số của nguồn âm, âm càng cao thì tần số càng lớn.

Đáp án: C

17.3. Tai con người có thể nghe được những âm có mức cường độ âm ở trong khoảng nào?

A. Từ 0 dB đến 1 000 dB. B. Từ 10 dB đến 100 dB.
C. Từ -10 dB đến 100 dB. D. Từ 0 dB đến 130 dB.

Hướng dẫn giải

Tai con người có thể nghe được những âm có mức cường độ âm ở trong khoảng từ 0dB (ứng với ngưỡng nghe có cường độ âm chuẩn $I = 10^{-12}$W/m^2) đến 130 dB (ứng với ngưỡng đau có cường độ âm $I = 10$ W/m^2).

Đáp án: D

17.4. Đối với âm cơ bản và hòa âm bậc hai do cùng một dây đàn phát ra thì

A. họa âm có cường độ âm lớn hơn âm cơ bản.

B. tần số họa âm bậc hai gấp đôi tần số họa âm cơ bản.

C. tần số họa âm cơ bản gấp đôi tần số họa âm bậc hai.

D. tốc độ âm cơ bản gấp đôi tốc độ âm bậc hai.

Hướng dẫn giải

Âm cơ bản và hòa âm bậc hai do cùng một dây đàn phát ra có mối liên hệ: tần số họa âm bậc hai gấp đôi tần số họa âm cơ bản.

Đáp số: B

17.5. Hộp cộng hưởng có tác dụng gì?

A. Làm tăng tần số của âm.

B. Làm giảm bớt cường độ âm.

C. Làm tăng cường độ âm.

D. Làm giảm độ cao của âm.

Hướng dẫn giải

Hộp cộng hưởng có tác dụng làm tăng cường độ âm.

Đáp số: C

17.6. Tiếng la hét 80 dB có cường độ lớn gấp bao nhiêu lần tiếng nói thầm 20 dB?

Hướng dẫn giải

Cường độ âm được định nghĩa bằng: $L(dB) = 10\lg\frac{I}{I_0}$

Tiếng la hét 80 dB có cường độ: $80 = 10\lg\frac{I_{80}}{I_0} \Rightarrow I_{80} = I_0.10^8$

Tiếng nói thầm 20 dB có cường độ: $20 = 10\lg\frac{I_{20}}{I_0} \Rightarrow I_{20} = I_0.10^2$

$$\Rightarrow \quad \frac{I_{80}}{I_{20}} = \frac{I_0 10^8}{I_0 10^2} = 10^6 \text{ lần}$$

Đáp số: 10^6 lần

17.7. Một dây đàn violon hai đầu cố định, dao động, phát ra âm cơ bản ứng với nốt nhạc la có tần số 440 Hz. Tốc độ sóng trên dây là 250 m/s. Hỏi độ dài của dây.

Hướng dẫn giải

Bước sóng của dây: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{250}{440}$ m

Độ dài của dây: $L = \frac{\lambda}{2} = \frac{250}{2.440} \approx 0{,}284$ m

Đáp số: 0,284 m

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

17.8. Chọn câu trả lời đúng

Một sóng âm có tần số xác định truyền trong không khí và trong nước với vận tốc lần lượt là 330 m/s và 1452 m/s. Khi sóng âm đó truyền từ nước ra không khí, bước sóng của nó sẽ:

A. giảm 4,4 lần B. giảm 4 lần

C. tăng 4,4 lần D. tăng 4 lần.

17.9. Cường độ âm thanh nhỏ nhất mà tai người có thể nghe được là 4.10^{-12} W/m^2. Hỏi một nguồn âm có công suất 1 mW thì người đứng cách nguồn xa nhất là bao nhiêu thì còn nghe được âm thanh do nguồn đó phát ra. Bỏ qua mọi mất mát năng lượng.

A. 141 B. 1,41 km C. 4,46 km D. 4,46 m

17.10. Mức cường độ âm do một nguồn âm S gây ra tại một điểm M là L. Nếu tiến thêm một khoảng d = 36 m thì mức cường độ âm tăng thêm 20 dB. Tính khoảng cách SM.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

17.8. *C*

Ta có: $v_1 = 330$ m/s; $v_2 = 1452$ m/s; $f_1 = f_2$

$$\lambda_1 = \frac{v_1}{f};\ \lambda_2 = \frac{v_2}{f} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} = 4,4 \Rightarrow \lambda_2 = 4,4\lambda_1$$

⇒ Khi sóng âm đó truyền từ nước ra không khí, bước sóng của nó sẽ tăng 4,4 lần.

17.9. *C*

Áp dụng công thức: $I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi d^2}$

Khoảng cách xa nhất mà người đó còn nghe được âm thanh do nguồn đó phát ra là: $d_{max} = \sqrt{\frac{P}{4\pi I_{min}}} = 4,46.10^3$ m $= 4,46$ km

17.10. Cường độ âm tại một điểm M cách nguồn âm S một khoảng d_1 = SM là:

$$I_1 = \frac{P}{S_1} = \frac{P}{4\pi d_1^2}$$

Nếu tiến thêm một khoảng d = 36 m thì mức cường độ âm tăng thêm 20 dB ⇒ phải tiến lại gần nguồn S. Ta có:

$$d_2 = d_1 - d = d_1 - 36;\ I_2 = \frac{P}{S_2} = \frac{P}{4\pi d_2^2}$$

$$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_1^2}{(d_1 - 36)^2} \qquad (1)$$

Mặt khác: $L_1 = 10\lg\frac{I_1}{I_0}$; $L_2 = 10\lg\frac{I_2}{I_0}$

$I_0 = 10^{-12}$ W/m^2 = cường độ âm chuẩn.

$$\Rightarrow \Delta L = L_2 - L_1 = 10\left(\lg\frac{I_2}{I_0} - \lg\frac{I_1}{I_0}\right) = 20$$

$$\Rightarrow \lg\frac{I_2}{I_1} = 2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^2 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra: $\frac{d_1^2}{(d_1 - 36)^2} = 10^2 \Rightarrow d_1 = 40$ m

Đáp số: 40 m

Bài 18 – HIỆU ỨNG ĐỐP-PLE

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Định nghĩa

Là hiệu ứng thay đổi tần số âm (tức là thay đổi độ cao) khi nguồn âm hay máy thu chuyển động đối với nhau.

2. Công thức Đốp-ple

a) Nguồn âm đứng yên, máy thu chuyển động

- *Khi máy thu chuyển động lại gần nguồn*

$$f' = \frac{v + v_M}{v} f$$

Trong đó: f là tần số âm của nguồn âm phát ra.
f' là tần số âm máy thu nhận được.
v là tốc độ truyền âm trong môi trường
v_M là tốc độ chuyển động của máy thu.

- *Khi máy thu chuyển động ra xa nguồn*

$$f' = \frac{v - v_M}{v} f$$

b) Nguồn âm chuyển động, máy thu đứng yên

- *Khi nguồn âm chuyển động lại gần máy thu*

$$f'' = \frac{v}{v - v_S} f$$

f" là tần số âm máy thu nhận được;
v_S là tốc độ chuyển động của nguồn.

- *Khi nguồn âm chuyển động ra xa máy thu*

$$f'' = \frac{v}{v + v_S} f$$

c) Tổng quát

Gọi u là vận tốc tương đối của nguồn và máy thu.
v là vận tốc của âm thanh.
$\frac{\Delta f}{f}$ là độ biến thiên tỉ đối của tần số âm.

Điều kiện $u \le \frac{v}{10}$. Ta có: $\frac{\Delta f}{f} = \frac{u}{v}$

Qui ước: $u > 0$ khi nguồn và máy thu lại gần nhau.
$u < 0$ khi nguồn và máy thu ra xa nhau.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Khi người quan sát chuyển động ra xa nguồn âm, nghĩa là cùng chiều với sóng âm thì tốc độ dịch chuyển của một đỉnh sóng so với người quan sát là $v - v_M$. Từ đó hãy suy ra tần số âm nghe được.

Trả lời

Khi người quan sát và nguồn âm đứng yên, tần số âm f mà người đó nghe được do nguồn âm phát ra là: $f = \frac{v}{\lambda}$; với v là vận tốc truyền âm trong môi trường.

Khi người quan sát chuyển động ra xa nguồn âm với vận tốc v_M, nghĩa là cùng chiều với sóng âm thì tốc độ dịch chuyển của một đỉnh sóng so với người quan sát là $v - v_M$.

Trong thời gian t, số lần bước sóng qua tai người quan sát là:

$$N = \frac{(v - v_M).t}{\lambda}$$

Vậy tần số âm nghe được chính là số lần bước sóng tai người đó nhận được trong 1 s và bằng:

$$f' = \frac{N}{t} = \frac{(v - v_M).t}{\lambda.t} = \frac{v - v_M}{v}.f$$

C2. Khi nguồn âm chuyển động ra xa máy thu, cũng lập luận tương tự như trên, chứng minh rằng bước sóng mới được tạo thành có chiều dài là:

$$A'_1A'_2 = (v + v_s)T$$

Trả lời

Khi nguồn âm và người quan sát đứng yên, nguồn phát ra một đỉnh sóng A_1' truyền đi với vận tốc v trong môi trường ⇒ bước sóng âm truyền đến tai người quan sát là: $\lambda = v.T = \frac{v}{f}$.

Khi nguồn âm chuyển động ra xa máy thu với vận tốc v_S, cũng trong khoảng thời gian T, nguồn di chuyển một khoảng bằng $v_S.T$, theo phương truyền sóng và cách xa đỉnh A_1' một khoảng $(v + v_s)T$. Đúng lúc đó nguồn phát ra một đỉnh sóng A_2'. Bước sóng mới được tạo thành có chiều dài bằng khoảng cách $A_1'A_2'$ và bằng: $A'_1A'_2 = (v + v_s)T$ **(ĐPCM)**

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Giải thích vì sao khi máy thu chuyển động lại gần nguồn âm thì âm ghi nhận được lại có tần số lớn hơn âm phát ra?

Trả lời

Khi máy thu chuyển động lại gần nguồn âm thì *tốc độ dịch chuyển của một đỉnh sóng* sẽ tăng lên, do đó số lần bước sóng đi qua máy thu tăng, tức là *tần số âm* qua máy thu sẽ tăng ⇒ âm ghi nhận được có tần số lớn hơn âm phát.

2. Những tính chất nào của âm sẽ bị thay đổi khi nguồn âm chuyển động lại gần máy thu?

Trả lời

Khi nguồn âm chuyển động lại gần máy thu thì *bước sóng* sẽ bị thay đổi (giảm), do đó *tần số âm* mà máy thu nhận được cũng sẽ thay đổi (tăng).

▼

18.1. Hiệu ứng Đốp-ple gây ra hiện tượng gì?

A. Thay đổi cường độ âm khi nguồn âm chuyển động so với người nghe.
B. Thay đổi độ cao của âm khi nguồn âm chuyển động so với người nghe.
C. Thay đổi âm sắc của âm khi người nghe chuyển động lại gần nguồn âm.
D. Thay đổi cả độ cao và cường độ âm khi nguồn âm chuyển động.

Hướng dẫn giải

Hiệu ứng Đốp-ple gây ra hiện tượng thay đổi độ cao của âm khi nguồn âm chuyển động so với người nghe.

Đáp án:B

18.2. Trong trường hợp nào dưới đây thì âm do máy thu ghi nhận được có tần số lớn hơn tần số của âm do nguồn âm phát ra?

A. Nguồn âm chuyển động ra xa máy thu đứng yên.

B. Máy thu chuyển động ra xa nguồn âm đứng yên.

C. Máy thu chuyển động lại gần nguồn âm đứng yên.

D. Máy thu chuyển động cùng chiều và cùng tốc độ với nguồn âm.

Hướng dẫn giải

Trong trường hợp máy thu chuyển động lại gần nguồn âm đứng yên thì âm do máy thu ghi nhận được có tần số lớn hơn tần số của âm do nguồn âm phát ra.

Đáp án: C

18.3. Một cái còi phát sóng âm có tần số 1000 Hz chuyển động đi ra xa một người đứng bên đường về phía một vách đá với tốc độ 10 m/s. Lấy tốc độ âm trong không khí là 330 m/s. Hỏi :

a) Tần số của âm người đó nghe trực tiếp từ cái còi.

b) Tần số âm của người đó nghe được khi phản xạ lại từ vách đá.

Hướng dẫn giải

a) Người quan sát đứng yên, nguồn âm chuyển động ra xa:

$$f' = \frac{v}{v + v_S} f = \frac{330}{330 + 10}.1\,000 \approx 971 \text{ Hz}$$

b) Tần số âm thanh do còi phát ra khi đang chuyển động về phía vách đá do máy thu đặt tại vách đá nhận được là:

$$f'' = \frac{v}{v - v_S} f = \frac{330}{330 - 10}.1\,000 \approx 1031{,}25 \text{ Hz}$$

Vách đá đóng vai trò là nguồn phát âm phản xạ có tần số f", mà vách đá không di chuyển, người nghe cũng không di chuyển nên đây là trường hợp nguồn âm và máy thu không chuyển động. Do đó, tần số âm của người đó nghe được âm phản xạ lại từ vách đá là:

$$f'' = 1031{,}25 \text{ Hz}$$

Đáp án: a) 971 Hz; b) 1031,25 Hz

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

18.4. Chọn câu đúng

Khi nguồn âm và máy thu chuyển động với cùng tốc độ:

A. tần số âm mà máy thu được sẽ tăng gấp đôi khi nguồn và máy thu chuyển động song song, ngược chiều.

B. tần số âm mà máy thu được sẽ không thay đổi khi nguồn và máy thu chuyển động song song, cùng chiều.

C. tần số âm mà máy thu được sẽ tăng gấp đôi khi nguồn và máy thu chuyển động theo phương vuông góc.

D. Cả A, B, C đều đúng.

18.5. Một người đứng ở ngã tư đường nghe tiếng còi xe cấp cứu đang chạy đến mình với tần số 560 Hz. Sau khi chiếc xe chạy qua và bắt đầu chuyển động ra xa người đó thì người đó nghe được tiếng còi có tần số là 480 Hz. Xác định tốc độ chuyển động của xe đối với người đó. Biết tốc độ âm là 343 m/s. Coi chuyển động của xe là đều.

18.6. Hai chiếc tàu ngầm di chuyển hướng đến gần nhau. Chiếc A di chuyển với tốc độ 8 m/s và phát ra sóng siêu âm với tần số 1400 Hz. Tốc độ âm trong nước là 1533 m/s. Chiếc B di chuyển với tốc độ 9 m/s và thu sóng siêu âm từ chiếc A phát ra. Hỏi chiếc B thu được sóng có tần số là bao nhiêu?

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

18.4. ***B***

Khi nguồn âm và máy thu chuyển động song song, cùng chiều với cùng tốc độ, vị trí tương đối giữa nguồn âm và máy thu không thay đổi tần số âm mà máy thu được sẽ không thay đổi.

18.5. Gọi v là vận tốc của âm, v_S là vận tốc của xe, ta có:

Khi xe (nguồn phát) tiến đến gần người đó (nguồn thu) thì tần số âm f'mà người đó nghe được là:

$$f' = \frac{v}{v - v_S} f \qquad (1)$$

Khi xe (nguồn phát) tiến ra xa người đó (nguồn thu) thì tần số âm f" mà người đó nghe được là: $f'' = \frac{v}{v + v_S} f$ (2)

Chia (1) cho (2) ta có:

$$\frac{f'}{f''} = \frac{\dfrac{v}{v - v_S} f}{\dfrac{v}{v + v_S} f} = \frac{v + v_S}{v - v_S} \Rightarrow \frac{560}{480} = \frac{343 + v_s}{343 - v_s} \Rightarrow v_S \approx 26{,}4 \text{ m/s} \approx 95 \text{ km/h}$$

Đáp số: 95 km/h

18.6. Trong trường hợp này, cả nguồn thu (chiếc B) và nguồn phát (chiếc A) đều chuyển động lại gần nhau nên chiếc B thu được sóng có tần số f' thỏa :

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{f' - f}{f} = \frac{u}{v} \Rightarrow f' = \left(1 + \frac{u}{v}\right).f$$

Trong đó: $u = 8 + 9 = 17$ m/s; $v = 1533$ m/s; $f = 1400$ Hz

$$\Rightarrow f' = \left(1 + \frac{17}{1533}\right).1400 \approx 1415{,}5 \text{ Hz}$$

Đáp số: 1415,5 Hz

CHƯƠNG IV – DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

Bài 21 – DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Dao động điện từ trong mạch LC

- Mạch LC bao gồm một tụ điện C và cuộn cảm L tạo thành mạch kín, gọi là mạch dao động hay khung dao động.
- Quá trình dao động điện và từ của mạch LC tương tự như dao động của con lắc đơn.
- Phương trình dao động điện và từ trong mạch LC:

$$q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$$

$$i = q' = -\omega q_0\sin(\omega t + \varphi)$$

$$u_{AB} = \frac{q}{C} = \frac{q_0}{C}\cos(\omega t + \varphi)$$

- Biến thiên của điện và từ trong mạch LC được gọi là dao động điện từ. Nếu không có tác động về điện hoặc từ với bên ngoài thì được gọi là dao động điện từ tự do.
- Các đặc trưng riêng của dao động điện từ tự do:

+ Tần số góc riêng: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

+ Chu kì riêng: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC}$

+ Tần số riêng: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

2. Năng lượng điện từ trong mạch dao động

- Năng lượng điện trường tập trung trong tụ điện.

$$W_C = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{q_0^2}{2C}\cos^2(\omega t + \varphi)$$

- Năng lượng từ trường tập trung trong cuộn cảm.

$$W_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{L\omega^2 q_0^2}{2}\sin^2(\omega t + \varphi)$$

- Trong quá trình dao động của mạch, năng lượng từ và năng lượng điện luôn chuyển hóa cho nhau, nhưng tổng năng lượng điện từ là không đổi.

$$W = W_C + W_L = \frac{q_0^2}{2C} = \text{const}$$

3. Dao động điện từ tắt dần

Trong các mạch dao động thực, dao động điện từ có biên độ giảm dần theo thời gian.

4. Dao động điện từ duy trì. Hệ tự dao động

- Để duy trì dao động điện từ, người ta phải cung cấp năng lượng để bù vào phần năng lượng trong mạch LC bị tiêu hao trong mỗi chu kì dao động.
- Mạch điện dùng để duy trì dao động cho mạch LC, bổ sung năng lượng để mạch LC duy trì dao động ổn định với tần số riêng ω_0 gọi là hệ tự dao động.

5. Dao động điện từ cưỡng bức. Sự cộng hưởng

- Khi dòng điện trong mạch LC biến thiên theo tần số của nguồn điện ngoài thì dao động này gọi là dao động điện từ cưỡng bức.
- Khi tần số của nguồn ngoài bằng tần số dao động riêng của mạch LC, khi đó biên độ dao động trong khung đạt giá trị cực đại. Hiện tượng này gọi là sự cộng hưởng.
- Giá trị cực đại của biên độ cộng hưởng tùy thuộc vào điện trở thuần của mạch LC.

6. Sự tương tự giữa dao động điện từ và dao động cơ

- Giữa dao động điện từ trong mạch LC và dao động cơ học có nhiều điểm tương tự về qui luật biến đổi theo thời gian và các đại lượng.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Trong hình 21.3SGK, tại thời điểm nào thì từ trường của ống dây có giá trị lớn nhất? Giá trị nhỏ nhất?

Trả lời

- Từ trường của ống dây có giá trị lớn nhất khi độ lớn cường độ dòng điện qua ống dây đạt giá trị. Dựa trên hình 21.3SGK, tại các thời điểm :
  $t = \frac{1}{4}T$; $\frac{3}{4}T$ thì từ trường của ống dây có giá trị lớn nhất.
- Từ trường của ống dây có giá trị nhỏ nhất khi độ lớn cường độ dòng điện qua ống dây đạt giá trị nhỏ nhất. Dựa trên hình 21.3SGK, tại các thời điểm $t = 0$; $\frac{1}{2}T$; T thì từ trường của ống dây có giá trị nhỏ nhất.

C2. Pha dao động của u và i có trùng nhau không? Vì sao?

Trả lời

Ta có: $i = q' = -\omega q_0 \sin(\omega t + \varphi) = \omega q_0 \sin(\omega t + \varphi + \pi)$

$$u = \frac{q}{C} = \frac{q_0}{C}\cos(\omega t + \varphi) = \frac{q_0}{C}\sin(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$$

⇒ Pha dao động của u và i không trùng nhau mà u trễ pha so với i một góc $\frac{\pi}{2}$.

C3. Trong sơ đồ mạch duy trì dao động hình 21.6SGK, nếu nối trực tiếp cuộn thứ cấp biến thế với cực gốc của tranzito không qua tụ điện C_1 có được không, tại sao?

Trả lời

Không thể nối trực tiếp cuộn thứ cấp biến thế với cực gốc của tranzito không qua tụ C_1 được. Bởi vì, vai trò của tụ C_1 dùng để điều khiển sự đóng mở của tranzito, sao cho dòng điện từ nguồn một chiều P bổ sung năng lượng cho mạch LC bằng đúng phần năng lượng bị mất mát trong từng chu kì.

C4. Trong sơ đồ hình 21.6SGK có thể tính tần số dao động riêng của khung dao động theo đúng công thức $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ được không? Tại sao?

Trả lời

Tần số dao động riêng của khung dao động trong mạch duy trì dao động vẫn tính theo công thức $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ được. Vì đó là hệ tự dao động, dao động trong khung LC được duy trì ổn định với tần số riêng của mạch.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Tại sao người ta lại coi độ tự cảm trong dao động điện từ tương đương với khối lượng trong dao động cơ ?

Trả lời

Độ tự cảm trong dao động điện từ tương đương với khối lượng trong dao động cơ vì giữa dao động điện từ trong mạch LC và dao động cơ học của con lắc có nhiều điểm tương tự về qui luật biến đổi theo thời gian và các đại lượng. Các phương trình và công thức biểu thị hai loại dao động có cùng một dạng. Ví dụ như:

Tần số trong dao động cơ học: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Tần số trong dao động điện: $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$

Biểu thức động năng trong dao động cơ: $W_Đ = \frac{1}{2}mv^2$ (1)

Biểu thức năng lượng từ trường trong dao động điện: $W_T = \frac{1}{2}Li^2$ (2)

Từ (1) và (2) ta thấy độ tự cảm L tương đương với khối lượng m.

2. Để duy trì dao động trong mạch LC, bạn Mai đã mắc thêm một pin nối tiếp vào mạch nhằm bổ sung điện năng cho mạch. Giải pháp này có duy trì được dao động không ? Tại sao ?

Trả lời

Giải pháp của bạn Mai không duy trì được dao động, vì muốn duy trì dao động ta phải bù đủ và đúng phần năng lượng bị tiêu hao trong mỗi chu kì. Do đó ta phải sử dụng mạch duy trì dao động với tranzito để điều khiển việc bù năng lượng từ pin cho khung dao động LC ăn nhịp với từng chu kì dao động của mạch.

▼

21.1. Chọn phương án đúng

Trong bảng phân tích dao động theo từng thời điểm trên hình 21.3SGK, ta có:

A. Năng lượng điện trường cực đại tại thời điểm số 2.

B. Năng lượng từ trường cực đại tại thời điểm số 4.

C. Năng lượng điện trường cực đại tại thời điểm số 6.

D. Năng lượng từ trường cực đại tại thời điểm số 7.

Hướng dẫn giải

Năng lượng điện trường tập trung trong tụ điện được tính bởi công thức :

$$W_C = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$$

Năng lượng từ trường tập trung trong cuộn cảm được tính bởi công thức :

$$W_L = \frac{1}{2}Li^2$$

Năng lượng điện trường đạt giá trị cực đại khi $q = q_{max}$. Năng lượng từ trường cực đại khi $i = i_{max}$. Do vậy, dựa trên hình 21.3SGK, năng lượng từ trường cực đại tại thời điểm số 7.

Đáp án: D

21.2. Chọn câu đúng.

Dao động điện từ trong mạch dao động LC là quá trình

A. Biến đổi không tuần hoàn của điện tích trên tụ điện.

B. Biến đổi theo hàm mũ của cường độ dòng điện.

C. Chuyển hóa tuần hoàn giữa năng lượng từ trường và năng lượng điện trường.

D. Bảo toàn điện áp giữa hai cực tụ điện.

Hướng dẫn giải

Trong quá trình dao động, năng lượng từ và năng lượng điện luôn chuyển hóa tuần hoàn cho nhau.

Đáp án : C

21.3. Trong một mạch dao động LC có điện dung là 5μF, cường độ tức thời của dòng điện là $i = 0,05\sin 2000t$ (A). Tìm độ tự cảm và biểu thức cho điện tích của tụ.

Hướng dẫn giải

Độ tự cảm L: $\omega^2 = \dfrac{1}{LC} \Rightarrow L = \dfrac{1}{\omega^2 C} = \dfrac{1}{2000^2.5.10^{-6}} = 0,05\text{ H}$

Biểu thức của cường độ dòng điện là: $i = 0,05\sin 2000t$ (A)

Điện tích q của tụ sẽ trễ pha hơn i là $\dfrac{\pi}{2}$, nên biểu thức cho điện tích của tụ có dạng: $q = q_0\sin(2000t - \dfrac{\pi}{2})$

Trong đó : $i_0 = \omega q_0 \Rightarrow q_0 = \dfrac{i_0}{\omega} = \dfrac{0,05}{2000} = 2,5.10^{-5}$ C

$$\Rightarrow q = 2,5.10^{-5}\sin(2000t - \frac{\pi}{2})\,(C)$$

Đáp số: L = 0,05 (H); $q = 2,5.10^{-5}\sin(2000t - \dfrac{\pi}{2})(C)$

21.4 Một mạch dao động LC có năng lượng là 36.10^{-6} J và điện dung của tụ điện C là 2,5 μF. Tìm năng lượng tập trung tại cuộn cảm khi điện áp giữa hai bản cực tụ điện là 3 V.

Hướng dẫn giải

Năng lượng điện trường: $W_C = \dfrac{1}{2}Cu^2 = \dfrac{2,5.10^{-6}.3^2}{2} = 11,25.10^{-6}$ (J)

Mặt khác, năng lượng toàn phần: $W = W_C + W_L$

Nên năng lượng từ trường tập trung tại cuộn cảm:

$$W_L = W - W_C = 36.10^{-6} - 11,25.10^{-6} = 24,75.10^{-6}\text{ (J)}$$

Đáp số: $W_L = 24,75.10^{-6}$ ***(J)***

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

21.5. Trong mạch dao động LC, chu kì dao động của mạch được tính bởi công thức:

A. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{C}{L}}$

B. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{L}{C}}$

C. $T = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

D. $T = 2\pi\dfrac{Q_0}{I_0}$

21.6. Trong mạch dao động LC năng lượng điện trường trong tụ C:

A. Biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì 2T.

B. Biến thiên điều hòa theo thời gian với chu kì T.

C. Biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì $\frac{T}{2}$.

D. Không biến thiên điều hòa theo thời gian.

Trong đó: $T = 2\pi\sqrt{LC}$

21.7. Một khung dây dao động điện từ gồm một tụ điện có điện dung C và hai ống dây có hệ số tự cảm L_1 và L_2 . Khi dùng tụ mắc riêng biệt với từng ống dây thì chu kì dao động của ống dây lần lượt là $T_1 = 12$ ms và $T_2 = 16$ ms. Nếu dùng tụ mắc đồng thời với hai ống dây mắc nối tiếp với nhau thì chu kì dao động của mạch là:

A. 9,6 ms B. 12 ms C. 16 ms D. 20 ms

21.8. Trong mạch dao động hình LC, cứ sau khoảng thời gian như nhau $T_0 = 10^{-6}$ s thì năng lượng trong tụ điện và trong cuộn cảm lại bằng nhau. Tính chu kì dao động của mạch.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

21.5. ***D***

$$T = \frac{2\pi}{\omega}\ ;\ \omega = \frac{I_0}{Q_0} \Rightarrow T = 2\pi\frac{Q_0}{I_0}$$

21.6. ***C***

Trong mạch điện dao động điện từ LC, nếu điện tích giữa hai bản tụ có biểu thức: $q = Q_0 \sin\omega t$

Với: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi}{T}$

thì năng lượng điện trường trong tụ C:

$$w_d = \frac{Q_o^2}{2C}\sin^2\omega t = \frac{Q_o^2}{2C}.\left(\frac{1-\cos 2\omega t}{2}\right) = \frac{Q_o^2}{4C} - \frac{Q_o^2}{4C}\cos 2\omega t$$

Chu kì của q là chu kì của hàm sinωt tức là bằng T, còn chu kì của W_d là chu kì của hàm $\cos2\omega t = \cos\omega' t$ tức là $\omega' = 2\omega \Rightarrow T' = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{T}{2}$.

21.7. ***D***

Áp dụng công thức: $T = 2\pi\sqrt{LC}$

Khi $L = L_1$ thì chu kì: $T_1 = 2\pi\sqrt{L_1C} = 12$ ms

Khi $L = L_2$ thì chu kì: $T_2 = 2\pi\sqrt{L_2C} = 16$ ms

Khi L_1 và L_2 ghép nối tiếp: $T_{nt} = 2\pi\sqrt{L_{nt}C}$

$$L_{nt} = L_1 + L_2 \Rightarrow T_{nt}^2 = T_1^2 + T_2^2 \Rightarrow T_{nt} = 20 \text{ ms}$$

21.8. Điện tích giữa hai bản tụ C biến thiên điều hòa theo phương trình:

$$q = Q_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

Với : $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$; $T = 2\pi\sqrt{LC}$ = chu kì dao động của mạch

Năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện C: $W_đ = \dfrac{q^2}{2C} = \dfrac{Q_0^2}{2C}\sin^2\omega t$

Năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm L:

$$W_t = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}LI_0^2\cos^2\omega t = \frac{Q_0^2}{2C}\cos^2\omega t = W_{0t}\cos^2\omega t$$

⇒ Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên tuần hoàn với chu kì $\dfrac{T}{2}$ ⇒ Trong mỗi chu kì của năng lượng $\dfrac{T}{2}$ có hai lần năng lượng trong tụ điện và trong cuộn cảm lại bằng nhau. Tức là:

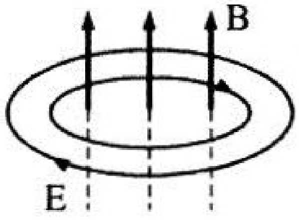
$$\frac{T}{2} = 2T_0 \Rightarrow T = 4T_0 = 4.10^{-6}\,s$$

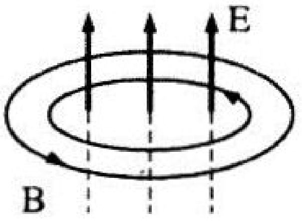
Đáp số: $T = 4.10^{-6}s$

Bài 23 – ĐIỆN TỪ TRƯỜNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Điện trường xoáy và từ trường xoáy





- Trong vùng không gian có từ trường biến thiên theo thời gian thì xuất hiện trong không gian đó một điện trường xoáy.
- Điện trường xoáy có đặc điểm là đường sức của nó không có điểm khởi đầu và cũng không có điểm kết thúc.
- Trong vùng không gian có điện trường biến thiên theo thời gian cũng xuất hiện trong đó một từ trường xoáy.

2. Điện từ trường

- Điện trường và từ trường cùng tồn tại trong không gian, chúng có thể chuyển hóa lẫn nhau trong một trường thống nhất được gọi là điện từ trường.
- Giữa hai bản cực của tụ điện trong khung dao động LC có dòng điện dịch chạy qua do sự biến thiên của điện trường sinh ra từ trường giống hệt như từ trường do dòng điện trong các dây dẫn tạo ra.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Trên hình 23.4SGK, các đường sức từ ở bên trong tụ điện và ở quanh dây dẫn có chiều như thế nào khi dòng điện I trong dây dẫn đang tăng?

Trả lời

Trên hình 23.4SGK, trong cuộn dây có dòng điện dẫn I chạy từ bản âm của tụ về bản dương và đang tăng, trong cuộn cảm L sẽ xuất hiện một dòng điện cảm ứng I' chống lại sự tăng này tức là chạy theo chiều ngược lại từ bản tụ dương về bản âm. Trong tụ điện có một dòng điện dịch chạy cùng chiều với dòng điện dẫn I' ở ngoài cuộn dây, tức là chạy từ bản tụ âm về bản dương để tạo thành dòng điện khép kín trong mạch dao động.

Như vậy theo qui tắc nắm tay phải, chiều của các đường sức từ bên trong tụ điện và ở quanh dây dẫn sẽ cùng chiều.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Điện từ trường khác điện trường, từ trường ở những điểm cơ bản nào ?

Trả lời

Điện từ trường là một trường thống nhất bao gồm điện trường và từ trường, cả hai cùng tồn tại và có thể chuyển hóa lẫn nhau.

2. Có ý kiến cho rằng không gian bao quanh một điện tích có thể chỉ có điện trường nhưng cũng quanh điện tích đó có thể có điện từ trường. Ý kiến này đúng hay sai ? Vì sao ?

Trả lời

Điện trường và từ trường là hai mặt của một chỉnh thể là điện từ trường.

Nếu điện tích này đứng yên, xung quanh điện tích này sẽ tồn tại một điện trường tĩnh và không có từ trường ⇒ sự thể hiện lúc này của điện từ trường là điện trường.

Nếu điện tích này chuyển động, xung quanh điện tích này sẽ tồn tại một điện trường biến thiên và một từ trường biến thiên ⇒ sự thể hiện lúc này của điện từ trường là cả điện trường và từ trường.

Vì vậy, ta có thể nói, không gian bao quanh một điện tích có thể chỉ có điện trường, nhưng cũng quanh điện tích đó có thể có điện từ trường.

▼

23.1. Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về điện từ trường ?

A. Khi từ trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra một điện trường xoáy.

B. Điện trường xoáy là điện trường mà đường sức là những đường cong.

C. Khi điện trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra một từ trường xoáy.

D. Từ trường xoáy có các đường sức từ bao quanh các đường sức điện.

Hướng dẫn giải

Điện trường xoáy là điện trường mà đường sức của nó không có điểm khởi đầu và cũng không có điểm kết thúc như đường sức của điện trường tĩnh mà nó là đường cong kín. Vậy phát biểu sai là câu B.

Đáp án: B

23.2. Trong điện từ trường, các vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn

A. Cùng phương, ngược chiều. B. Cùng phương, cùng chiều.

C. Có phương vuông góc với nhau. D. Có phương lệch nhau 45^0.

Hướng dẫn giải

Trong điện từ trường, các vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn có phương vuông góc với nhau.

Đáp án: C

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

23.3. Chọn câu trả lời đúng

Khi mạch dao động LC kín đang hoạt động thì:

A. Giữa hai bản tụ điện tồn tại một điện trường tĩnh.

B. Trong cuộn cảm tồn tại một điện trường tĩnh.

C. Trong cuộn cảm tồn tại một từ trường xoáy.

D. Trong cuộn cảm tồn tại một điện trường xoáy.

23.4. Chọn câu trả lời đúng

Dòng điện dịch trong mạch dao động LC:

A. là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện tích giữa hai bản tụ điện.

B. là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện tích trong cuộn cảm L.

C. do từ trường xoáy trong cuộn cảm sinh ra.

D. do điện trường biến thiên giữa hai bản tụ sinh ra.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

23.3 ***C***

Khi mạch dao động LC kín đang hoạt động thì:

- Giữa hai bản tụ điện tồn tại một điện trường biến thiên.
- Trong cuộn cảm tồn tại một từ trường xoáy.

⇒ câu C đúng.

23.4 ***D***

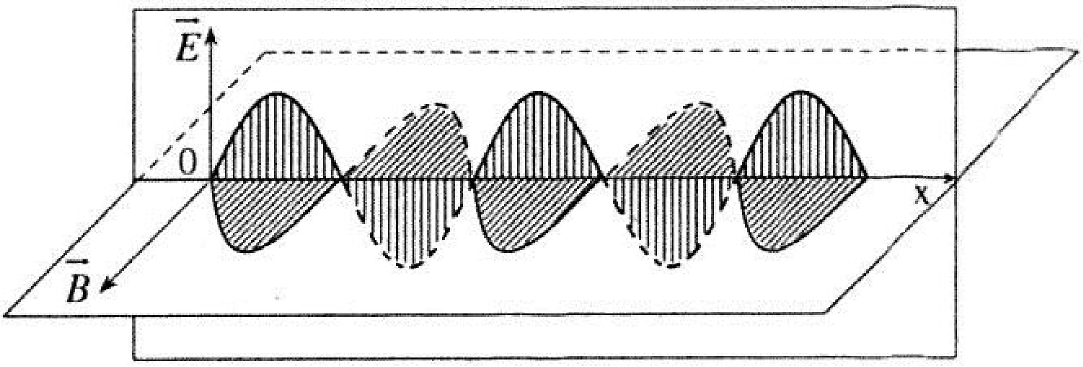
Sự biến thiên của điện trường giữa các bản tụ điện (nơi không có dây dẫn), tương đương với một dòng điện trong dây dẫn. Nó được gọi là dòng điện dịch ⇒ Dòng điện dịch trong mạch dao động LC do điện trường biến thiên giữa hai bản tụ sinh ra.

Bài 24 – SÓNG ĐIỆN TỪ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Sóng điện từ là gì ?

- Quá trình lan truyền điện từ trường theo thời gian được gọi là sóng điện từ.



2. Đặc điểm của sóng điện từ

- Tốc độ lan truyền của sóng điện từ trong chân không bằng với tốc độ ánh sáng. $c = 3.10^8$m/s
- Sóng điện từ là sóng ngang có $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{v}$.
- Trong quá trình truyền sóng, vectơ cường độ điện trường luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ và cả hai vectơ này luôn vuông góc với phương truyền sóng theo qui tắc vặn đinh ốc.
- Cả $\vec{E}$ và $\vec{B}$ đều biến thiên tuần hoàn theo không gian và thời gian.
- Bước sóng của sóng điện từ: $\lambda = cT$
- Chu kì dao động điện từ: $T = \dfrac{1}{f}$

3. Tính chất của sóng điện từ

- Trong quá trình sóng điện từ lan truyền, nó mang theo năng lượng.
- Nguồn phát sóng điện từ rất đa dạng.
- Tuân theo các qui luật truyền thẳng, phản xạ, khúc xạ.
- Tuân theo các qui luật giao thoa, nhiễu xạ.
- Sóng điện từ có thể truyền qua cả môi trường chân không.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Từ hình vẽ 24.2SGK, hãy nêu cách áp dụng qui tắc vặn đinh ốc cho các vectơ $\vec{E}$, $\vec{B}$, $\overrightarrow{Ox}$ (hoặc qui tắc tam diện thuận).

Trả lời

Đặt cái đinh ốc dọc theo phương truyền sóng. Quay đinh ốc sao cho nó tiến theo phương, chiều của véctơ vận tốc $\overline{Ox}$ (tức phương, chiều truyền sóng) thì chiều quay của đinh ốc là chiều từ $\vec{E}$ sang $\vec{B}$.

C2. Quan sát bốn thí nghiệm a), b), c), d) về tính chất của sóng điện từ (hình 24.3SGK), hãy dự đoán và giải thích mục đích riêng của mỗi thí nghiệm ?

Trả lời

- *Thí nghiệm thứ nhất*: Sóng điện từ tuân theo qui luật truyền thẳng. Trên phương truyền thẳng của sóng, nếu đặt vật chắn sóng vuông góc với phương truyền sóng thì sóng điện từ sẽ bị dội ngược trở lại, khi đó thiết bị thu sóng đặt phía sau sẽ không nhận được tín hiệu của sóng điện từ.
- *Thí nghiệm thứ hai*: Sóng điện từ tuân theo định luật phản xạ. Khi sóng điện từ gặp mặt phản xạ sao cho phương truyền của sóng hợp với pháp tuyến của mặt phản xạ dưới góc tới thì sóng điện từ sẽ bị phản xạ với góc phản xạ bằng với góc tới. Đặt thiết bị thu sóng theo phương của tia phản xạ ta se thu được tín hiệu của sóng.
- *Thí nghiệm thứ ba*: Sóng điện từ tuân theo định luật khúc xạ. Cho sóng điện từ đi qua một môi trường khác so với môi trường ban đầu thì có sự thay đổi phương truyền của sóng.
- *Thí nghiệm thứ tư*: Sóng điện từ tuân theo qui luật giao thoa. Sóng điện từ phát ra từ một nguồn sóng cho đi qua hai khe hẹp, rồi cho gặp nhau thì kết quả sẽ có sự giao thoa giữa hai sóng được tạo bởi hai khe hẹp.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Tại sao sóng điện từ là sóng ngang ?

Trả lời

Sóng điện từ là sóng ngang vì trong quá trình truyền sóng, vectơ cường độ điện trường luôn luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ và cả hai vectơ này luôn vuông góc với phương truyền sóng theo qui tắc cái đinh ốc (hay vặn nút chai).

2. Sóng điện từ khác sóng cơ ở điểm nào?

Trả lời

Điều khác biệt với sóng cơ là sóng điện từ có thể truyền được trong chân không.

▼

24.1 Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về sóng điện từ ?

A. Khi một điện tích điểm dao động thì sẽ có điện từ trường lan truyền trong không gian dưới dạng sóng.

B. Điện tích dao động không thể bức xạ ra sóng điện từ.

C. Tốc độ của sóng điện từ trong chân không nhỏ hơn nhiều lần so với tốc độ ánh sáng trong chân không.

D. Tần số của sóng điện từ bằng nửa tần số của điện tích dao động.

Hướng dẫn giải

Khi một điện tích điểm dao động sẽ sinh ra một điện trường biến thiên, điện trường này làm xuất hiện từ trường biến thiên, tạo thành điện từ trường. Điện từ trường này sẽ được lan truyền trong không gian tạo thành sóng điện từ.

Đáp án: A

24.2. Chọn câu đúng.

Trong quá trình lan truyền sóng điện từ, vectơ $\vec{E}$ và vectơ $\vec{B}$ luôn luôn

A. Trùng phương và vuông góc với phương truyền sóng.

B. Dao động cùng pha.

C. Dao động ngược pha.

D. Biến thiên tuần hoàn theo không gian, không tuần hoàn theo thời gian.

Hướng dẫn giải

Trong quá trình lan truyền sóng điện từ, vectơ $\vec{E}$ và vectơ $\vec{B}$ luôn luôn dao động cùng pha.

Đáp án:B

24.3. Tại hai điểm A, B cách nhau 1 km đặt hai máy phát sóng điện từ giống hệt nhau. Một người cầm một máy thu sóng di chuyển trên đường thẳng AB. Hỏi tín hiệu thu được trong khi di chuyển ở các vị trí có như nhau không? Tại sao?

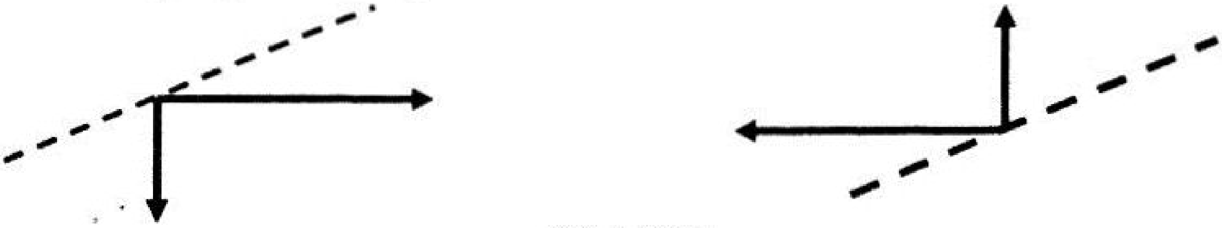
Hướng dẫn giải

Hai máy phát sóng điện từ giống hệt nhau đặt tại A, B sẽ trở thành hai nguồn kết hợp ⇒ gây ra hiện tượng giao thoa sóng. Trên đường thẳng nối AB, có những điểm có biên độ sóng tổng hợp cực đại (bụng sóng) và những điểm có biên độ sóng tổng hợp triệt tiêu (nút sóng).

Vì vậy, Một người cầm một máy thu sóng di chuyển trên đường thẳng AB, thì tín hiệu thu được trong khi di chuyển sẽ khác nhau.

Đáp án: khác nhau.

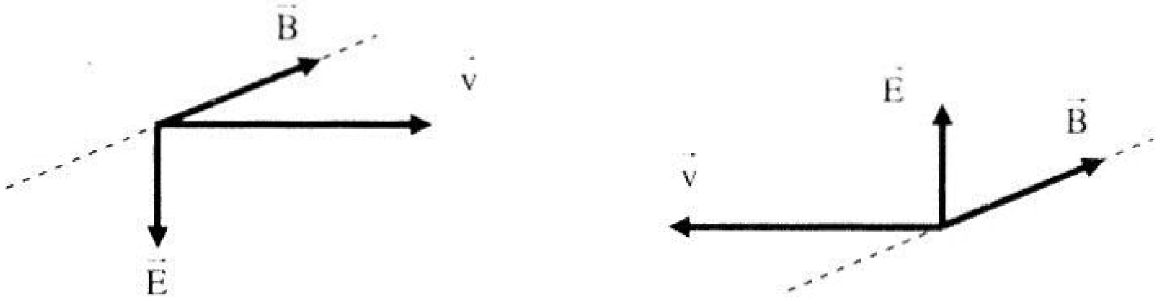
24.4. Trong hình 24.1, các vectơ nằm ngang là vận tốc truyền sóng điện từ, các vectơ thẳng đứng là cường độ điện trường. Hãy vẽ các vectơ cảm ứng từ tương ứng theo đường nét đứt.



Hình 24.1

Hướng dẫn giải

Chiều của vectơ cảm ứng từ được xác định theo qui tắc cái đinh ốc và được vẽ trên hình 24.1a.



Hình 24.1a

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

24.5. Sóng điện từ là quá trình lan truyền trong không gian của một điện từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian. Trong đó, véc tơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ của điện từ trường đó thỏa:

A. $\vec{E}$ và $\vec{B}$ biến thiên tuần hoàn cùng phương.

B. $\vec{E}$ và $\vec{B}$ biến thiên tuần hoàn cùng chiều.

C. $\vec{E}$ và $\vec{B}$ biến thiên tuần hoàn, cùng độ lớn biên độ.

D. $\vec{E}$ và $\vec{B}$ biến thiên tuần hoàn cùng tần số và cùng pha.

24.6. Sóng điện từ:

A. Chỉ truyền động trong môi trường vật chất.

B. Vận tốc của sóng điện từ trong môi trường rắn là lớn nhất.

C. Truyền được trong chân không, vận tốc truyền trong chân không bằng vận tốc ánh sáng $c = 3.10^8$ m/s.

D. Môi trường truyền sóng có mật độ vật chất càng lớn thì vận tốc truyền sóng điện từ càng lớn và ngược lại.

24.7. Một mạch dao động LC gồm hai cuộn thuần cảm $L_1 > L_2$ và tụ điện C. Nếu mắc C đồng thời với L_1 nối tiếp với L_2 thì tần số dao động của mạch là 24 kHz. Nếu mắc C đồng thời với L_1 song song với L_2 thì tần số dao động của mạch là 50 kHz. Tính bước sóng của sóng điện từ mà mạch đó có thể phát ra khi lần lượt mắc riêng C với từng cuộn L_1, L_2.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

24.5. ***D***

Véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ của điện từ trường biến thiên tuần hoàn cùng tần số và cùng pha.

24.6. ***C***

Sóng điện từ:

- truyền động trong mọi môi trường vật chất, kể cả chân không.
- vận tốc truyền trong chân không là lớn nhất và bằng vận tốc ánh sáng $c = 3.10^8$ m/s.
- Môi trường truyền sóng có mật độ vật chất càng lớn thì vận tốc truyền sóng điện từ càng nhỏ và ngược lại.

24.7. Tần số dao động của mạch khi mắc C với L_1 là: $f_1 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L_1C}}$

Tần số dao động của mạch khi mắc C với L_2 là: $f_2 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L_2C}}$

Tần số dao động của mạch khi mắc đồng thời C với L_1 nối tiếp với L_2 là:

$$f_{nt} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{nt}C}}$$

Trong đó: $L_{nt} = L_1 + L_2$

Suy ra: $\dfrac{1}{f_{nt}^2} = \dfrac{1}{f_1^2} + \dfrac{1}{f_2^2}$

$$f_1^2 . f_2^2 = f_{nt}^2 . (f_1^2 + f_2^2) \qquad (1)$$

Tương tự, tần số dao động của mạch khi mắc đồng thời C với L_1 song song với L_2 là: $f_{//} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L_{//}C}}$

Trong đó: $\dfrac{1}{L_{//}} = \dfrac{1}{L_1} + \dfrac{1}{L_2}$

Suy ra: $f_{//}^2 = f_1^2 + f_2^2 = 50^2 \qquad (2)$

Thế (2) vào (1) suy ra:

$$f_1^2 . f_2^2 = f_{nt}^2 . (f_1^2 + f_2^2) = 24^2 . 50^2 = 1200^2 \qquad (3)$$

Đặt: $X_1 = f_1^2 ; X_2 = f_2^2$

Áp dụng định lí Vi-ét, từ (2) và (3) ta có X_1, X_2 là nghiệm của phương trình bậc hai: $X^2 - 50^2X + 1200^2 = 0 \qquad (3)$

Vì $L_1 > L_2 \Rightarrow f_1 < f_2 \Rightarrow X_1 < X_2$. Nghiệm thu được từ (3) là:

$$X_1 = 900 \Rightarrow f_1 = 30 \text{ kHz}$$

$$X_2 = 1600 \Rightarrow f_2 = 40 \text{ kHz}$$

Bước sóng của sóng điện từ mà mạch đó có thể phát ra khi lần lượt mắc riêng L với từng tụ C_1, C_2 là: $\lambda_1 = \dfrac{c}{f_1} = \dfrac{3.10^8}{30.10^3} = 10000 \text{ m} = 10 \text{ km}$

$$\lambda_2 = \frac{c}{f_2} = \frac{3.10^8}{40.10^3} = 7500 \text{ m} = 7{,}5 \text{ km}$$

Đáp số: ***$\lambda_1 = 10$ km; $\lambda_2 = 75$ km***

Bài 25 – TRUYỀN THÔNG BẰNG SÓNG ĐIỆN TỪ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Mạch dao động hở – Anten

- Mạch dao động LC, trong quá trình dao động điện trường biến thiên tập trung hầu hết trong tụ điện, từ trường biến thiên tập trung hầu hết trong cuộn dây hầu như không bức xạ ra ngoài thì được gọi là mạch dao động kín.
- Trong mạch dao động hở, điện từ trường không còn bị đóng khung giới hạn trong LC mà lan tỏa trong không gian thành sóng điện từ và có khả năng đi rất xa.
- Anten là một dạng của mạch dao động hở. Có loại anten dùng để phát sóng, có loại dùng để thu sóng điện từ.

2. Nguyên tắc truyền thông bằng sóng điện từ

- Biến các âm thanh muốn truyền đi thành các dao động điện tần số thấp gọi là các tín hiệu âm tần.
- Dùng sóng điện từ cao tần mang các tín hiệu âm tần đi xa qua anten phát.
- Dùng máy thu với anten thu để chọn và thu lấy sóng điện từ cao tần.
- Tách tín hiệu ra khỏi sóng cao tần rồi dùng loa để nghe âm thanh đã truyền tới.

3. Một số mạch điện cơ bản trong máy phát và thu sóng điện từ

- Mạch tạo sóng cao tần.
- Mạch biến điệu hay còn gọi là trộn sóng.
- Mạch chọn sóng.
- Mạch tách sóng.
- Mạch khuếch đại.

4. Sự truyền sóng điện từ quanh Trái Đất

- Tầng điện li có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình truyền sóng điện từ.
- Các loại sóng dài, trung và ngắn đều bị tầng điện li phản xạ mạnh nên người ta hay dùng các loại sóng này trong truyền thanh, truyền hình trên mặt đất.
- Sóng cực ngắn đi xuyên qua tầng điện li, có khả năng truyền thẳng nên được dùng để thông tin trong cự li vài chục kilômet hoặc truyền hình qua vệ tinh.

5. Truyền thông bằng cáp

- Ngày nay ngoài việc sử dụng sóng điện từ truyền tin trong không gian, người ta còn sử dụng nhiều loại dây dẫn để truyền sóng điện từ.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Tại sao người ta có thể dùng mạch dao động LC để chọn sóng trong các máy thu?

Trả lời

Nguyên tắc của mạch chọn sóng trong máy thu thanh dựa trên hiện tượng cộng hưởng điện. Trong máy thu có mạch dao động LC có tần số dao động riêng được tính bởi công thức: $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Khi tần số sóng điện từ trùng với tần số này thì tín hiệu điện từ sẽ được cộng hưởng và máy sẽ bắt được sóng đó.

2. Nếu mạch dao động hở không có điện trở thuần thì dao động điện từ tự do trong đó có bị tắt dần không? Tại sao?

Trả lời

Nếu mạch dao động hở không có điện trở thuần thì dao động điện từ tự do trong đó vẫn bị tắt dần. Vì có sự bức xạ năng lượng dưới dạng sóng điện từ, nên năng lượng dao động của mạch sẽ mất dần và dao động sẽ tắt dần.

▼

25.1. Với mạch dao động hở thì vùng không gian

A. Quanh dây dẫn chỉ có từ trường biến thiên.

B. Quanh dây dẫn chỉ có điện trường biến thiên.

C. Bên trong tụ điện không có từ trường biến thiên.

D. Quanh dây dẫn có cả từ trường biến thiên và điện trường biến thiên.

Hướng dẫn giải

Nếu tách xa hai bản cực của tụ điện C đồng thời tách xa các vòng dây của cuộn cảm L thì vùng không gian có điện trường biến thiên và từ trường biến thiên được mở rộng dần.

Đáp án: D

25.2. Mạch chọn sóng của một máy thu có một cuộn cảm L = 1 mH và một tụ biến thiên từ 9,7 pF đến 92 pF. Hỏi máy thu này có thể thu được các sóng điện từ có bước sóng trong khoảng nào ?

Hướng dẫn giải

Bước sóng của sóng điện từ: $\lambda = \dfrac{c}{f} = 2\pi c\sqrt{LC}$

Với C = 9,7 pF: $\lambda = 2\pi.3.10^8\sqrt{10^{-3}.9,7.10^{-12}} \Rightarrow \lambda \approx 185\text{ m}$

Với C = 92 pF: $\lambda = 2\pi.3.10^8\sqrt{10^{-3}.92.10^{-12}} \Rightarrow \lambda \approx 571\text{ m}$

Vậy máy thu có thể thu được các sóng điện từ có bước sóng:

$$185\text{ m} \le \lambda \le 571\text{ m}$$

Đáp số: $185\text{ m} \le \lambda \le 571\text{ m}$

C. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

25.3. Chọn câu trả lời đúng

A. Ăngten là một mạch dao động LC hở.

B. Cấu tạo của ăngten có hai bản tụ đặt xa nhau, góc hợp bởi chúng là $\alpha = 180^0$, nhờ đó năng lượng điện từ phát được đi xa.

C. Ăngten được dùng trong việc phát và thu được sóng điện từ trong không gian.

D. Cả A, B, C đều đúng.

25.4. Chọn câu trả lời đúng

Trong việc thông tin liên lạc bằng vô tuyến:

A. Sóng vô tuyến đóng vai trò "sóng mang" sóng âm đi xa.

B. Phải trộn sóng âm tần với sóng vô tuyến trước khi truyền đi.

C. Phải tách sóng âm tần với sóng vô tuyến trước khi đưa ra loa.

D. Cả A, B, C đều đúng.

25.5. Chọn câu trả lời đúng

Nguyên tắc hoạt động của máy phát sóng trong thông tin liên lạc bằng vô tuyến không có qui trình nào sau đây:

A. Khuếch đại âm tần. B. Khuếch đại cao tần.

C. Tách sóng. D. Biến điệu điều biên.

25.6. Chọn câu trả lời đúng

Sóng được đài phát có công suất lớn có thể truyền đi mọi điểm trên mặt đất là:

A. sóng dài và cực dài. B. sóng trung.

C. sóng ngắn. D. sóng cực ngắn.

25.7. Chọn câu trả lời đúng

Mạch chọn sóng của một máy thu thanh là mạch dao động LC gồm một cuộn cảm có độ tự cảm L = 5 μH và một tụ điện có điện dung C biến đổi từ 50 pF đến 500 pF. Bước sóng lớn nhất mà mạch đó có thể thu được là:

A. 94,2 m B. 942 m C. 9420 m D. 94,2 km

D. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

25.3. *D*

- Ăngten là một mạch dao động LC hở.
- Cấu tạo của ăngten có hai bản tụ đặt xa nhau, góc hợp bởi chúng là $\alpha = 180^0$, nhờ đó năng lượng điện từ phát được đi xa.
- Ăngten được dùng trong việc phát và thu được sóng điện từ trong không gian.

⇒ câu đúng D.

25.4. ***D***

Trong việc thông tin liên lạc bằng vô tuyến:

- Sóng vô tuyến đóng vai trò "sóng mang" sóng âm đi xa.
- Phải trộn sóng âm tần với sóng vô tuyến trước khi truyền đi.
- Phải tách sóng âm tần với sóng vô tuyến trước khi đưa ra loa.

$\Rightarrow$ câu đúng D.

25.5. ***C***

Nguyên tắc hoạt động của máy phát sóng trong thông tin liên lạc bằng vô tuyến không có qui trình tách sóng.

25.6. ***C***

Sóng được đài phát có công suất lớn có thể truyền đi mọi điểm trên mặt đất là sóng ngắn.

25.7. ***A***

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$$

$$\Rightarrow \lambda_{max} = 2\pi c\sqrt{LC_{max}} = 2\pi .3.10^8\sqrt{5.10^{-6}.500.10^{-12}} = 94{,}2 \text{ m}$$

CHƯƠNG V – DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bài 26 – DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU CHỈ CÓ ĐIỆN TRỞ THUẦN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Suất điện động xoay chiều

- Suất điện động xoay chiều biến đổi theo thời gian theo định luật dạng sin: $e = E_0\cos(\omega t + \varphi_0)$
- Chu kì và tần số biến đổi của suất điện động:

$$T = \frac{2\pi}{\omega};\ f = \frac{\omega}{2\pi}$$

2. Điện áp xoay chiều. Dòng điện xoay chiều

- Điện áp biến đổi điều hòa theo thời gian gọi là điện áp xoay chiều.
- Dòng điện có cường độ biến đổi điều hòa theo thời gian gọi là dòng điện xoay chiều.
- Biểu thức: $u = U_0\cos(\omega t + \varphi_1)$; $i = I_0\cos(\omega t + \varphi_2)$

Trong đó: u – điện áp tức thời; i – cường độ dòng điện tức thời

ω - tần số góc; U_0, I_0 – biên độ.

φ_1, φ_2 – các pha ban đầu tương ứng.

3. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có điện trở thuần

- Dòng điện trên điện trở thuần biến thiên đồng pha với điện áp giữa hai đầu điện trở và có biên độ xác định bởi:

$$I_0 = \frac{U_0}{R}$$

- Trên giản đồ Fre-nen cho đoạn mạch chỉ có điện trở thuần, các vectơ quay $\vec{I}$ và $\vec{U}$ có cùng hướng.

4. Các giá trị hiệu dụng

- Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều bằng cường độ của một dòng điện không đổi, nếu cho hai dòng điện đó lần lượt đi qua cùng một điện trở trong những khoảng thời gian bằng nhau đủ dài thì nhiệt lượng tỏa ra bằng nhau.

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

- Suất điện động hiệu dụng của một nguồn điện xoay chiều:

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$$

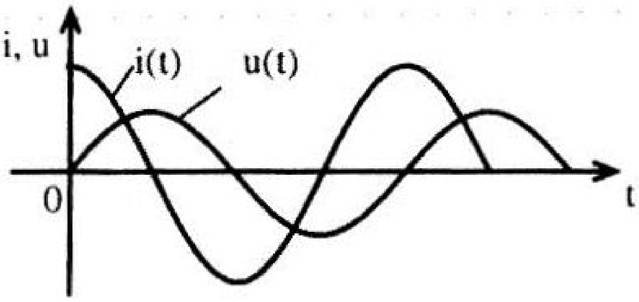
- Điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch xoay chiều:

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

- Để đo điện áp hiệu dụng và cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều, người ta dùng vôn kế và ampe kế xoay chiều.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Căn cứ vào hình 26.1, hãy cho biết trong đại lượng u(t) và i(t), đại lượng nào biến thiên sớm pha hơn và sớm hơn một lượng là bao nhiêu?



Hình 26.1

Trả lời

➤ Biểu thức của u có dạng:

$$u = U_0\cos(\omega t + \varphi_1) = U_0\cos(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_1) \qquad (1)$$

Căn cứ trên hình 26.2, ta thấy:

- Khi $t = 0$: $u(0) = 0$ (2)

Thế (2) vào (1) ta có:

$$u = U_0 \cos\varphi_1 = 0 \Rightarrow \cos\varphi_1 = 0 \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{2} \text{ hoặc } \varphi_1 = -\frac{\pi}{2}.$$

- Mặt khác khi $t = \frac{T}{4}$: $u(\frac{T}{4}) = U_0$ (3)

Thế (3) vào (1) ta có:

$$u = U_0 \cos(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_1) = U_0 \cos(\frac{2\pi}{T}.\frac{T}{4} + \varphi_1) = U_0$$

$$\Rightarrow \cos(\frac{\pi}{2} + \varphi_1) = 1 \Rightarrow \frac{\pi}{2} + \varphi_1 = 0 \Rightarrow \varphi_1 = -\frac{\pi}{2} \quad (4)$$

➤ Biểu thức của i có dạng:

$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_2) = I_0 \cos(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_2)$ (5)

Căn cứ trên hình 26.2, ta thấy:

khi $t = 0$: $i(0) = I_0$; (6)

Thế (6) vào (5) ta có:

$$i = I_0 \cos\varphi_2 = I_0 \Rightarrow \cos\varphi_2 = 1 \Rightarrow \varphi_2 = 0$$

So sánh (4) và (5) ta suy ra: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{\pi}{2} > 0$

Kết luận: i(t) biến thiên sớm pha hơn u(t) một lượng là $\frac{\pi}{2}$.

C2. Tần số f và chu kì dao động T của dòng điện xoay chiều có mối liên hệ với tần số góc ω giống như ở các dao động cơ học. Hãy viết biểu thức tổng quát u(t), i(t) theo T rồi theo f.

Trả lời

Chu kì và tần số của dòng điện xoay chiều có mối liên hệ với tần số góc theo công thức: $T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$; $f = \frac{\omega}{2\pi} \Rightarrow \omega = 2\pi f$

Biểu thức tổng quát của u(t) và i(t):

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_1) = U_0 \cos(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_1) = U_0 \cos(2\pi ft + \varphi_1)$$

$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_2) = I_0 \cos(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_2) = I_0 \cos(2\pi ft + \varphi_2)$$

C3. Công suất tỏa nhiệt tức thời biến thiên theo qui luật nào? So sánh chu kì biến đổi của nó với chu kì biến đổi của dòng điện.

Trả lời

Công suất tỏa nhiệt tức thời được tính bởi công thức: $p = u.i$

Trong đó: $u = U_0\cos(\omega t + \varphi_1)$; $i = I_0\cos(\omega t + \varphi_2)$

$$\Rightarrow p = ui = UI.\cos(\varphi_2 - \varphi_1) + UI\cos[2\omega t + (\varphi_2 + \varphi_1)]$$

$\Rightarrow$ Công suất tỏa nhiệt tức thời biến thiên theo qui luật hàm $\cos 2\omega t = \cos\omega' t$, với $\omega' = 2\omega$.

Chu kì biến đổi của dòng điện là T với: $T = \dfrac{2\pi}{\omega}$

Chu kì biến đổi của công suất p là T' với: $T' = \dfrac{2\pi}{\omega'} = \dfrac{2\pi}{2\omega} = \dfrac{T}{2}$

$\Rightarrow$ Chu kì biến đổi của công suất p bằng một nửa chu kì biến đổi của dòng điện.

C4. Nêu ví dụ về tác dụng của dòng điện không phụ thuộc vào chiều dòng điện. Tác dụng này phụ thuộc như thế nào vào cường độ dòng điện?

Trả lời

Tác dụng của dòng điện không phụ thuộc vào chiều của dòng điện là tác dụng nhiệt. Trong tác dụng này công suất tỏa ra trên một vật dẫn sẽ tỉ lệ với bình phương cường độ hiệu dụng của dòng điện chạy qua vật dẫn đó.

$$P = RI^2$$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Thế nào là điện áp xoay chiều ? Dòng điện xoay chiều ?

Trả lời

Điện áp xoay chiều là điện áp biến thiên theo thời gian theo định luật dạng sin hoặc cosin.

Dòng điện có cường độ biến đổi điều hòa theo thời gian gọi là dòng điện xoay chiều.

2. Điện áp tức thời và cường độ dòng điện tức thời trên một đoạn mạch biến thiên giống nhau và khác nhau ở điểm nào?

Trả lời

Điện áp tức thời và cường độ dòng điện tức thời trên một đoạn mạch biến thiên giống nhau ở điểm đều là biến đổi theo thời gian theo định luật hàm sin (biến đổi điều hòa) có cùng tần số nhưng khác nhau ở pha dao động.

▼

26.1. Các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều

A. Được xây dựng dựa trên tác dụng nhiệt của dòng điện.

B. Được đo bằng các ampe kế nhiệt.

C. Bằng giá trị trung bình chia cho $\sqrt{2}$.

D. Bằng giá trị cực đại chia cho 2.

Hướng dẫn giải

Các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều được xây dựng dựa trên tác dụng nhiệt của dòng điện.

Đáp án: A

26.2. Câu nào sau đây là đúng khi nói về dòng điện xoay chiều ?

A. Có thể dùng dòng điện xoay chiều để mạ điện.

B. Điện lượng chuyển qua một tiết diện của dây dẫn trong một chu kì của dòng điện bằng không.

C. Điện lượng chuyển qua một tiết diện của dây dẫn trong mọi khoảng thời gian bất kì đều bằng 0.

D. Công suất tỏa nhiệt tức thời trên một đoạn mạch có giá trị cực đại bằng công suất tỏa nhiệt trung bình nhân với $\sqrt{2}$.

Hướng dẫn giải

Điện lượng chuyển qua một tiết diện của dây dẫn trong một chu kì của dòng điện bằng không.

Đáp án: B

26.3. Dòng điện chạy trên một đoạn mạch có biểu thức $i = 2\cos 100\pi t$ (A). Viết biểu thức của điện áp u giữa hai đầu đoạn mạch, biết điện áp này sớm pha $\frac{\pi}{3}$ đối với dòng điện và có giá trị hiệu dụng là 12V.

Hướng dẫn giải

Biểu thức điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có dạng:

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó: $\omega = 100\pi$ rad/s

$$U_0 = U.\sqrt{2} = 12\sqrt{2} \text{ V}$$

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{3}$$

Suy ra: $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi) = 12\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ (V)

Đáp án: $u = 12\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ ***(V)***

26.4. Một dòng điện xoay chiều chạy qua điện trở $R = 10\Omega$. Biết nhiệt lượng tỏa ra trong 30 phút là 9.10^5 J, tìm biên độ của cường độ dòng điện.

Hướng dẫn giải

Nhiệt lượng tỏa ra: $Q = RI^2t$

Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là:

$$\Rightarrow I = \sqrt{\frac{Q}{Rt}} = \sqrt{\frac{9.10^5}{10.30.60}} = 5\sqrt{2} \text{ (A)}$$

Biên độ của cường độ dòng điện là: $I_0 = I\sqrt{2} = 10$ A

Đáp án: $I_0 = 10$ A

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

26.5. Chọn câu trả lời đúng

Điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch điện xoay chiều có biểu thức:

$$u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t \text{ (V)}$$

Điện áp hiệu dụng của đoạn mạch là:

A. 220 V　　B. $110\sqrt{2}$ V

C. 110 V　　D. $220\sqrt{2}$ V

26.6. Chọn câu trả lời đúng

Cho dòng điện xoay chiều hình sin qua mạch điện chỉ có điện trở thuần thì điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở

A. Chậm pha đối với dòng điện.　　B. Nhanh pha đối với dòng điện

C. Cùng pha với dòng điện.　　D. Lệch pha đối với dòng điện $\frac{\pi}{2}$.

26.7. Chọn câu trả lời đúng

Công suất tỏa nhiệt tức thời trên một đoạn mạch có điện trở R có dòng điện xoay chiều $i = I_0\cos\omega t = I_0\cos\frac{2\pi}{T}t$ chạy qua:

A. biến thiên điều hòa theo thời gian với chu kì T.

B. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì $\frac{T}{2}$.

C. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì 2T.

D. Cả A, B, C đều sai.

26.8. Một bình đun nước bằng điện loại 220 V – 1,5 kW chứa nước. Bình được mắc vào điện áp xoay chiều: $u = 220\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V)

Biết hiệu suất của bình là 90% và sau 4 phút nước sôi. Tính nhiệt lượng cần thiết để đun sôi nước.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

26.5. *A*

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 220 \text{ V}$$

26.6. *C*

Mạch điện chỉ có điện trở thuần thì điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở cùng pha với dòng điện.

26.7. *B*

Công suất tỏa nhiệt tức thời trên một đoạn mạch chỉ chứa R:

$$p = Ri^2 = R\,I_0^2\cos^2\omega t = \frac{RI_0^2}{2} + \frac{RI_0^2}{2}\cos 2\omega t$$

⇒ Công suất tỏa nhiệt tức thời biến thiên theo qui luật hàm:

$$\cos 2\omega t = \cos\omega' t,\ \text{với}\ \omega' = 2\omega.$$

Chu kì biến đổi của dòng điện là T với: $T = \frac{2\pi}{\omega}$

Chu kì biến đổi của công suất p là T' với: $T' = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{T}{2}$

⇒ Công suất tỏa nhiệt tức thời trên một đoạn mạch có điện trở R có dòng điện xoay chiều $i = I_0\cos\omega t = I_0\cos\frac{2\pi}{T}t$ chạy qua biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì $\frac{T}{2}$.

26.8. Nhiệt lượng toàn phần Q_1 cần cung cấp để đun sôi nước được tính bởi công thức: $Q_1 = P.t = 1{,}5.10^3 \,.\, 4 \,.\, 60 = 3{,}6.10^5$ J

Nhiệt lượng cần thiết Q_2 để đun sôi nước là:

$$H = \frac{Q_2}{Q_1} = 90\% = 0{,}9 \Rightarrow Q_2 = 0{,}9Q_1 = 3{,}24.10^5\ \text{J}$$

Đáp số: $Q_2 = 3{,}24.10^5$ ***J***

Bài 27 – MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU CHỈ CÓ TỤ ĐIỆN, CUỘN CẢM

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có tụ điện

- Dòng điện qua tụ điện sớm pha $\frac{\pi}{2}$ đối với điện áp giữa hai bản tụ điện.
- Trên giản đồ Fre-nen cho đoạn mạch chỉ có tụ điện, vectơ $\vec{U}$ lập với vectơ $\vec{I}$ một góc $\frac{\pi}{2}$ theo chiều âm.
- Định luật Ôm cho đoạn mạch xoay chiều chỉ có tụ điện:

$$I = \frac{U}{Z_C}$$

- $Z_C = \frac{1}{\omega C}$ giữ vai trò tương tự như điện trở đối với dòng điện không đổi và được gọi là dung kháng của tụ điện. Có đơn vị của điện trở.

2. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có cuộn cảm

- Cường độ dòng điện qua cuộn cảm thuần biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng trễ pha $\frac{\pi}{2}$ đối với điện áp giữa hai đầu cuộn cảm.
- Trên giản đồ Fre-nen cho đoạn mạch chỉ có cuộn cảm thuần, vectơ $\vec{U}$ lập với vectơ $\vec{I}$ một góc $\frac{\pi}{2}$ theo chiều dương.
- Định luật Ôm cho đoạn mạch xoay chiều chỉ có cuộn cảm:

$$I = \frac{U}{Z_L}$$

- $Z_L = \omega L$ đóng vai trò tương tự như điện trở đối với dòng điện không đổi và được gọi là cảm kháng. Có đơn vị là đơn vị của điện trở.

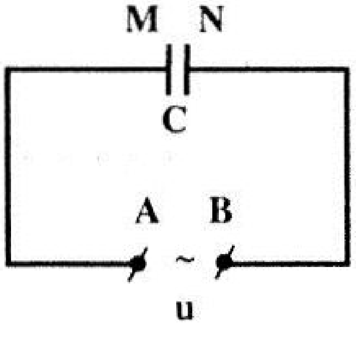
B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Nêu cấu tạo của tụ điện và giải thích tại sao tụ điện không cho dòng điện một chiều đi qua.

Trả lời

- Tụ điện là một hệ gồm hai vật dẫn đặt gần nhau. Mỗi vật dẫn đó gọi là một bản của tụ điện. Giữa hai bản là chất cách điện (có thể là chân không hay một chất điện môi) nào đó.
- Dòng điện một chiều có bản chất là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện tích. Do giữa hai bản tụ điện là chân không hay chất điện môi nên không có điện tích tự do$\Rightarrow$ không có sự dịch chuyển của các hạt mang điện qua hai bản tụ điện. Vì vậy, tụ điện không cho dòng điện một chiều đi qua.

C2. Trên hình 27.1, giải thích tại sao khi có dòng điện đi từ A tới M thì cũng có dòng điện cùng cường độ đi từ N tới B.



Hình 27.1

Trả lời

Theo qui ước về chiều dòng điện là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện tích dương, tức là ngược chiều với chiều chuyển động của các êlectrôn. Khi có dòng điện đi từ A tới M tức là có các êlectrôn di chuyển từ bản tụ M về cực A của nguồn. Tức là khi đó bản tụ M tích điện âm (- q) và bản tụ N tích điện dương (+ q) (có điện tích trên hai bản bằng nhau về độ lớn và trái dấu). Đồng thời, điện thế của cực A là dương và cực B là âm. Do đó, cùng lúc sẽ có các êlectrôn di chuyển từ cực

B của nguồn điện về bản tụ N và tạo thành dòng điện cùng cường độ đi từ N tới B.

C3. Trên hình 27.1, nếu qui ước chiều dòng điện ngược lại với qui ước nói ở mục 2 bài 27 SGK thì công thức i(t) có gì thay đổi không? Có thể nhận xét gì về pha của dòng điện theo qui ước này?

Trả lời

Trên hình 27.1, điện áp u giữa hai đầu AB là điện áp xoay chiều, nên điện tích giữa hai bản M, N của tụ cũng đổi dấu sau mỗi nửa chu kì T ⇒ dòng điện trong mạch là dòng điện xoay chiều nên có chiều thay đổi liên tục theo thời gian. Nhưng công thức: $i = \frac{dq}{dt}$ luôn đúng, dù dòng điện khi đó có chiều như thế nào. Vì vậy, nếu qui ước chiều dòng điện ngược lại với qui ước nói ở mục 2 bài 27 SGK thì công thức i(t) không có gì thay đổi và pha của dòng điện trong trường hợp này vẫn không đổi.

C4. Dựa vào công thức $I = \frac{U}{Z_C}$, hãy phát biểu định luật Ôm đối với đoạn mạch xoay chiều chỉ có tụ điện.

Trả lời

Phát biểu: đối với đoạn mạch xoay chiều chỉ có tụ điện, cường độ dòng điện trong mạch tỉ lệ thuận với điện áp hai đầu đoạn mạch và tỉ lệ nghịch với dung kháng của tụ điện.

C5. Dung kháng của tụ điện phụ thuộc vào các yếu tố nào? Tụ điện có điện dung 1μF mắc trong mạng điện xoay chiều dân dụng của nước ta có dung kháng bằng bao nhiêu ?

Trả lời

Dung kháng của tụ điện: $Z_C = \frac{1}{\omega C}$ phụ thuộc vào điện dung C của tụ điện và tần số f của dòng điện xoay chiều.

Mạng điện xoay chiều dân dụng của nước ta cung cấp dòng xoay chiều với tần số 50 Hz.

Với tụ điện có điện dung 1μF thì dung kháng là:

$$Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{100\pi.10^{-6}} = \frac{10^4}{\pi} \approx 3183\,\Omega$$

C6. Độ tự cảm của một cuộn dây phụ thuộc vào các yếu tố nào ?

Trả lời

Một ống dây điện chiều dài *l*, tiết diện S, gồm N vòng dây, độ tự cảm của ống dây L tính bởi công thức: $L = 4\pi.10^{-7}.\frac{N^2}{l}S = 4\pi.10^{-7}.n^2V$

Độ tự cảm của ống dây có lõi sắt: $L = \mu.4\pi.10^{-7}.\frac{N^2}{l}S = \mu.4\pi.10^{-7}.n^2V$

μ : độ từ thẩm, đặc trưng cho từ tính của lõi sắt ($\mu \approx 10^4$).

$n = \frac{N}{l}$ là số vòng dây trên một đơn vị chiều dài của cuộn dây;

$V = S.l$ = thể tích của cuộn dây.

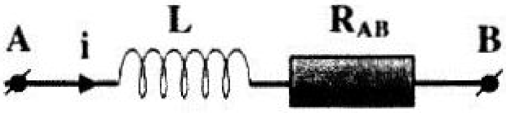
Vậy độ tự cảm phụ thuộc vào số vòng dây trên một đơn vị chiều dài của cuộn dây, thể tích của cuộn dây và độ từ thẩm của môi trường trong thể tích cuộn dây.

C7. Vì sao điện áp u giữa hai điểm A và B trong hình 27.6SGK được tính là:

$$u = iR_{AB} - e$$

Trả lời

Khi áp điện áp u xoay chiều ở hai đầu AB của cuộn cảm, trong cuộn cảm sẽ có dòng điện xoay chiều i chạy qua ⇒ từ thông gởi qua cuộn cảm sẽ biến thiên, trong cuộn cảm sẽ xuất hiện một suất điện động tự cảm e bằng:



Hình 27.2

$$e = -L\frac{di}{dt}$$

Như vậy cuộn cảm giống như một máy thu, có suất phản điện e' = - e. Áp dụng định luật Ôm tổng quát đối với đoạn mạch chứa máy thu như hình 27.2.

Ta có: $$u = ri + e' = R_{AB}i - e = R_{AB}i + L\frac{di}{dt} \quad \textbf{(ĐPCM)}$$

với R_{AB} là điện trở của đoạn mạch AB.

C8. Nguyên nhân nào làm cho dòng điện qua cuộn cảm biến thiên trễ pha đối với điện áp?

Trả lời

Nguyên nhân làm cho dòng điện qua cuộn cảm biến thiên trễ pha đối với điện áp là do hiện tượng cảm ứng điện từ. Dòng điện qua cuộn cảm là dòng tự cảm được sinh ra do sự biến thiên của điện áp u áp vào hai đầu cuộn cảm. Khi áp vào hai đầu cuộn cảm một điện áp xoay chiều u, trong cuộn cảm có một dòng điện xoay chiều, dòng điện này sinh ra một từ trường biến thiên ⇒ từ thông qua cuộn cảm biến thiên và sinh ra được suất điện động tự cảm của nó. Suất điện động này sinh ra dòng điện cảm ứng xoay chiều trong cuộn cảm. Dòng cảm ứng này trễ pha hơn điện áp giữa hai đầu cuộn cảm.

C9. Tại sao khi rút lõi sắt khỏi cuộn dây trong thí nghiệm ở hình 27.5SGK thì độ sáng của đèn tăng lên?

Trả lời

Một ống dây điện chiều dài l, tiết diện S, gồm N vòng dây, độ tự cảm của ống dây L tính bởi công thức: $L = 4\pi.10^{-7}.\frac{N^2}{l}S$

Độ tự cảm của ống dây có lõi sắt: $L = \mu.4\pi.10^{-7}.\frac{N^2}{l}S$

μ : độ từ thẩm, đặc trưng cho từ tính của lõi sắt ($\mu \approx 10^4$).

Trong hình 27.5SGK, khi rút lõi sắt khỏi cuộn dây thì L giảm $\Rightarrow Z_L = L\omega$ giảm $\Rightarrow$ tác dụng cản trở dòng điện xoay chiều của cuộn dây giảm $\Rightarrow$ cường độ dòng điện qua mạch tăng $\Rightarrow$ độ sáng của đèn tăng lên.

C10. Dựa vào công thức $I = \frac{U}{Z_L}$, hãy phát biểu định luật Ôm đối với đoạn mạch xoay chiều chỉ có cuộn cảm.

Trả lời

Phát biểu: đối với đoạn mạch xoay chiều chỉ có cuộn cảm, cường độ dòng điện trong mạch tỉ lệ thuận với điện áp hai đầu đoạn mạch và tỉ lệ nghịch với cảm kháng của cuộn cảm.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Nêu các tác dụng chính của tụ điện đối với dòng điện xoay chiều.

Trả lời

Các tác dụng chính của tụ điện đối với dòng điện xoay chiều:

- Cho dòng điện xoay chiều đi qua.
- Cản trở dòng xoay chiều.

Dung kháng của tụ điện: $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC}$ = Khả năng cản trở dòng điện.

- Đối với dòng điện không đổi, tần số $f = 0 \Rightarrow Z_C = \infty \Rightarrow$ *tụ C không cho dòng điện không đổi đi qua.*
- Đối với dòng điện xoay chiều, tần số $f \neq 0 \Rightarrow Z_C < \infty \Rightarrow$ *tụ C cho dòng xoay chiều đi qua*, nhưng cản trở dòng điện xoay chiều. Tần số dòng điện xoay chiều càng lớn Z_C càng nhỏ $\Rightarrow$ cường độ dòng điện xoay chiều qua tụ càng lớn.

2. Chứng minh rằng cường độ dòng điện xoay chiều qua cuộn cảm thuần biến thiên trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp giữa hai đầu cuộn cảm.

Trả lời

Giả sử trên một đoạn mạch chỉ chứa cuộn cảm thuần L có dòng điện xoay chiều: $i = I_0\cos\omega t$ chạy qua. Trong cuộn cảm sẽ xuất hiện một suất điện động tự cảm e có biểu thức: $e = -L\dfrac{di}{dt} = \omega LI_0\sin\omega t$

Điện áp u giữa hai đầu cuộn cảm được xác định bởi: $u = iR_{AB} - e$

Với R_{AB} là điện trở của cuộn cảm. Nhưng đây là cuộn cảm thuần nên:

$R_{AB} = 0$. Vì vậy: $u = -e = -\omega LI_0\sin\omega t = U_0\cos(\omega t + \dfrac{\pi}{2})$

Với: $U_0 = \omega LI_0 = Z_LI_0$ = cảm kháng.

Vậy: cường độ dòng điện xoay chiều qua cuộn cảm thuần biến thiên trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với điện áp giữa hai đầu cuộn cảm.

▼

27.1 Để tăng dung kháng của một tụ điện phẳng có chất điện môi là không khí ta phải

A. Tăng tần số của điện áp đặt vào hai bản tụ điện.

B. Tăng khoảng cách giữa hai bản tụ điện.

C. Giảm điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện.

D. Đưa thêm bản điện môi vào trong lòng tụ điện.

Hướng dẫn giải

Dung kháng của một tụ điện: $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{1}{2\pi fC}$

tỉ lệ nghịch với điện dung C của tụ, tỉ lệ nghịch với tần số f.

Điện dung của tụ điện phẳng: $C = \dfrac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d}$

tỉ lệ thuận với hằng số điện môi ε và tỉ lệ nghịch với khoảng cách d giữa hai bản tụ điện.

Vì vậy để tăng dung kháng ta sẽ tăng khoảng cách d giữa hai bản tụ điện.

Đáp án: B

27.2. Phát biểu nào sau đây đúng với cuộn cảm ?

A. Cuộn cảm có tác dụng cản trở đối với dòng điện xoay chiều, không có tác dụng cản trở dòng điện một chiều.

B. Điện áp giữa hai đầu cuộn cảm thuần và cường độ dòng điện qua nó có thể đồng thời bằng một nửa các biên độ tương ứng của chúng.

C. Cảm kháng của cuộn cảm thuần tỉ lệ nghịch với chu kì của dòng điện xoay chiều.

D. Cường độ dòng điện qua cuộn cảm tỉ lệ thuận với tần số dòng điện.

Hướng dẫn giải

1) Cuộn cảm có cảm thông thường có cảm kháng Z_L và điện trở hoạt động R. Cảm kháng của cuộn cảm thuần được tính bởi công thức:

$$Z_L = L\omega = 2\pi fL$$

Tổng trở của cuộn cảm là: $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$ = khả năng cản trở dòng điện.

- Đối với dòng điện một chiều, tần số $f = 0 \Rightarrow Z_L = 0 \Rightarrow Z = R \neq 0$
  $\Rightarrow$ cuộn cảm vẫn cản trở dòng điện một chiều đi qua.
- Đối với dòng điện xoay chiều, tần số $f \neq 0 \Rightarrow Z_L \neq 0$
  $\Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} \neq 0 \Rightarrow$ cuộn cảm cản trở dòng điện xoay chiều. Tần số dòng điện xoay chiều càng lớn Z_L càng lớn thì khả năng cản trở dòng điện của cuộn cảm càng lớn .

$\Rightarrow$ *Cuộn cảm có tác dụng cản trở đối với cả dòng điện xoay chiều lẫn dòng điện một chiều* **(câu A sai)**

2) Nếu điện áp giữa hai đầu cuộn cảm có biểu thức: $u = U_0\cos\omega t$

thì cường độ dòng điện qua cuộn cảm có biểu thức: $i = I_0\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

Khi $u = \frac{U_0}{2} \Rightarrow \cos\omega t = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow i = I_0\cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) = I_0[\cos\omega t.\cos\frac{\pi}{2} + \sin\omega t.\sin\frac{\pi}{2}] = \frac{\sqrt{3}}{2}I_0$

$\Rightarrow$ *Điện áp giữa hai đầu cuộn cảm thuần và cường độ dòng điện qua nó không thể đồng thời bằng một nửa các biên độ tương ứng của chúng* **(câu B sai)**.

3) $Z_L = L\omega = \frac{2\pi}{T}L \Rightarrow$ Cảm kháng của cuộn cảm thuần tỉ lệ nghịch với chu kì của dòng điện xoay chiều **(câu C đúng)**.

4) $I = \frac{U}{Z_L} = \frac{U}{2\pi fL} \Rightarrow$ Cường độ dòng điện qua cuộn cảm tỉ lệ nghịch với tần số dòng điện **(câu D sai)**

Đáp án: C

27.3. Cường độ dòng điện qua đoạn mạch chỉ có tụ điện hoặc chỉ có cuộn cảm thuần giống nhau ở chỗ:

A. đều biến thiên trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp ở hai đầu đoạn mạch.

B. đều có giá trị hiệu dụng tỉ lệ với điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch.

C. đều có giá trị hiệu dụng tăng khi tần số dòng điện tăng.

D. đều có giá trị hiệu dụng giảm khi tần số dòng điện tăng.

Hướng dẫn giải

- Định luật Ôm cho đoạn mạch xoay chiều chỉ có tụ điện: $I = \dfrac{U}{Z_C}$
- Định luật Ôm cho đoạn mạch xoay chiều chỉ có cuộn cảm: $I = \dfrac{U}{Z_L}$

Trong đó Z_C tỉ lệ nghịch với tần số dòng điện, còn Z_L tỉ lệ thuận với tần số dòng điện.

Vậy dòng điện xoay chiều qua đoạn mạch chỉ có tụ điện hoặc chỉ có cuộn cảm thuần giống nhau ở điểm đều có cường độ hiệu dụng tỉ lệ với điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch.

Đáp án:B

27.4 Mắc tụ điện có điện dung 2 μF vào mạng điện xoay chiều có điện áp 220V, tần số 50 Hz. Xác định cường độ hiệu dụng của dòng điện qua tụ điện.

Hướng dẫn giải

$$\omega = 2\pi f = 100\pi \text{ rad/s}$$

Dung kháng của tụ điện: $Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{100\pi.2.10^{-6}} = \dfrac{5.10^3}{\pi}\ (\Omega)$

Cường độ hiệu dụng qua tụ: $I_C = \dfrac{U_C}{Z_C} = \dfrac{220}{\dfrac{5.10^3}{\pi}} \approx 0{,}14\ (A)$

Đáp số: $I_C \approx 0{,}14$ A

27.5 Điện áp giữa hai bản tụ điện có biểu thức $u = U_0\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{3}\right)$. Hãy xác định các thời điểm mà cường độ dòng điện qua tụ điện bằng 0.

Hướng dẫn giải

Dòng điện qua tụ sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với điện áp giữa hai bản tụ điện nên Biểu thức cường độ dòng điện qua tụ:

$$i = I_0\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2}\right) = I_0\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$$

Để cường độ dòng điện qua tụ bằng 0 thì:

$$\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = 0 \Rightarrow \left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = \pm\frac{\pi}{2} + k2\pi$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} 100\pi t = \dfrac{\pi}{3} + k2\pi \\ 100\pi t = -\dfrac{2\pi}{3} + k2\pi \end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} t_1 = \dfrac{1}{300} + \dfrac{k}{50} \\ t_2 = -\dfrac{1}{150} + \dfrac{k}{50} \end{array}\right. \qquad (\text{với } k = 0,1,2 \ldots)$$

$$\text{Hay: } t = \frac{1}{300} + \frac{k}{100}\ (s)$$

Đáp số: $t = \frac{1}{300} + \frac{k}{100}\ (s)$

27.6. Mắc cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 0,2 H vào hai cực của ổ cắm điện xoay chiều 220 V – 50 Hz. Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện qua cuộn cảm.

Hướng dẫn giải

$$\omega = 2\pi f = 100\pi \text{ rad/s}$$

Cảm kháng của cuộn cảm: $Z_L = L.\omega = 0{,}2.100\pi = 20\pi\ (\Omega)$

Cường độ hiệu dụng qua cuộn cảm: $I_L = \frac{U_L}{Z_L} = \frac{220}{20\pi} \approx 3{,}5\ (A)$

Đáp số: $I_L \approx 3{,}5$ ***A***

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

27.7. Chọn câu trả lời đúng

Cảm kháng của cuộn dây:

A. tỉ lệ thuận với điện áp giữa hai đầu cuộn dây.

B. tỉ lệ nghịch với cường độ dòng điện qua cuộn dây.

C. tỉ lệ thuận với tần số của dòng điện xoay chiều chạy qua cuộn dây.

D. Cả A, B, C đều đúng.

27.8. Chọn câu trả lời đúng

Dung kháng của tụ điện:

A. tỉ lệ thuận với điện áp giữa hai đầu tụ điện.

B. tỉ lệ nghịch với cường độ dòng điện qua tụ điện.

C. giảm khi tần số của dòng điện xoay chiều chạy qua tụ điện tăng.

D. Cả A, B, C đều đúng.

27.9. Chọn câu trả lời đúng

Ở hai đầu một cuộn thuần cảm có một điện áp xoay chiều 200V – 100 Hz. Dòng điện qua cuộn dây có giá trị hiệu dụng 2 A. Muốn cho dòng điện qua cuộn dây có giá trị hiệu dụng là 4 A, thì tần số của dòng điện phải bằng:

A. 50 Hz
B. 100 Hz
C. 200 Hz
D. Một giá trị khác.

27.10. Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm một cuộn dây thuần cảm có cảm kháng $Z_L = 40\ \Omega$, mắc nối tiếp với một tụ điện có dung kháng $Z_C = 30\ \Omega$.

Dòng điện chạy qua đoạn mạch có biểu thức: $i = 5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(A)$

Viết biểu thức của điện áp tức thời giữa hai đầu từng phần tử và hai đầu toàn mạch.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

27.7. *C*

$$Z_L = L\omega = 2\pi fL$$

⇒ Cảm kháng của cuộn dây tỉ lệ thuận với tần số của dòng điện xoay chiều chạy qua cuộn dây.

27.8. *C*

$$Z_c = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC}$$

⇒ Dung kháng của tụ điện giảm khi tần số của dòng điện xoay chiều chạy qua tụ điện tăng.

27.9. *A*

$$I_1 = \frac{U}{Z_{1L}} = \frac{U}{2\pi f_1 L}\ ;\ I_2 = \frac{U}{Z_{2L}} = \frac{U}{2\pi f_2 L}$$

$$\Rightarrow \quad f_2 = \frac{I_1}{I_2}.f_1 = ½\, f_1 = 50\text{ Hz}$$

27.10. Biểu thức của điện áp tức thời giữa hai đầu cuộn cảm:

$$u_L = U_{0L}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{6} + \varphi_L)$$

Trong đó: $U_{0L} = Z_L I_0 = 200\sqrt{2}$ V; $\varphi_L = \varphi_{u_L} - \varphi_i = \frac{\pi}{2}$

$$u_L = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})\ (V)$$

Biểu thức của điện áp tức thời giữa hai đầu tụ điện:

$$u_C = U_{0C}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{6} + \varphi_C)$$

Trong đó: $U_{0C} = Z_C I_0 = 150\sqrt{2}$ V; $\varphi_C = \varphi_{u_C} - \varphi_i = -\frac{\pi}{2}$

$$u_C = 150\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{2\pi}{3})\ (V)$$

Biểu thức của điện áp tức thời giữa hai đầu toàn mạch:

$$u = U_0\cos(100\pi t - \frac{\pi}{6} + \varphi)$$

Trong đó: $U_0 = Z.I_0 = (Z_L - Z_C).I_0 = 50\sqrt{2}$ V

Vì $Z_L > Z_C$ nên: $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{2} \Rightarrow u = 50\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})\ (V)$

Đáp số: $u_L = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})\ (V)$; $u_C = 150\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{2\pi}{3})\ (V)$;

$u = 50\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})\ (V)$

Bài 28 – MẠCH CÓ R, L, C MẮC NỐI TIẾP
CỘNG HƯỞNG ĐIỆN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Các giá trị tức thời

$$u = u_R + u_L + u_C$$

Với: $u_R = U_{0R}\cos\omega t$; $u_L = U_{0L}\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$; $u_C = U_{0C}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

2. Giản đồ Fre – nen. Quan hệ giữa cường độ dòng điện và điện áp

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$$

- Định luật Ôm: $I = \frac{U}{Z}$

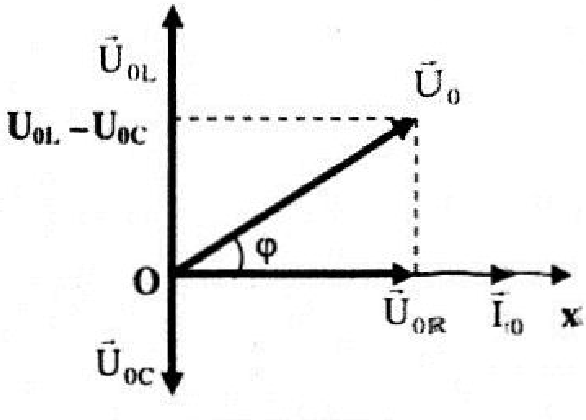
  Từ giản đồ Fre-nen hình 28.1 ta có:

  Điện áp hiệu dụng: $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$

  Tổng trở: $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$

- Độ lệch pha của điện áp so với dòng điện:

$$\tan\varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$



Hình 28.1

  + Nếu đoạn mạch có tính cảm kháng thì $\varphi > 0$, dòng điện trễ pha đối với điện áp hai đầu đoạn mạch.

  + Nếu đoạn mạch có tính dung kháng thì $\varphi < 0$, dòng điện sớm pha đối với điện áp hai đầu đoạn mạch.

3. Cộng hưởng điện

- Khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng điện:

  + Tổng trở của đoạn mạch đạt giá trị cực tiểu: $Z_{min} = R$

  + Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại: $I_{max} = \frac{U}{R}$.

  + Các điện áp tức thời giữa hai bản tụ điện và hai đầu cuộn cảm có biên độ bằng nhau nhưng ngược pha nên triệt tiêu lẫn nhau. Điện áp giữa hai đầu điện trở R bằng điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

+ Dòng điện biến đổi đồng pha với điện áp hai đầu đoạn mạch.

- Điều kiện để xảy ra hiện tượng cộng hưởng điện trong mạch xoay chiều RLC nối tiếp là: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý SGK

C1. Các phần tử mắc với nhau như thế nào thì gọi là mắc nối tiếp ? Viết các công thức về điện áp và cường độ dòng điện của đoạn mạch một chiều gồm các điện trở mắc nối tiếp.

Trả lời

Trong cách mắc này, một đầu phần tử thứ nhất được nối với nguồn, đầu còn lại được mắc với phần tử thứ hai, nếu có nhiều hơn hai phần tử thì đầu còn lại của phần tử thứ hai lại được ghép với một đầu của phần tử thứ ba ... tạo thành một chuỗi và đầu còn lại của phần tử cuối cùng được nối với nguồn.

Đoạn mạch một chiều gồm có các điện trở mắc nối tiếp thì:

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \ldots = I_{Rn}$$
$$U = U_{R1} + U_{R2} + \ldots + U_{Rn}$$

C2. Điện áp giữa hai đầu một phần tử trong đoạn mạch RLC nối tiếp có thể lớn hơn điện áp ở hai đầu đoạn mạch được không? Hãy cho một ví dụ.

Trả lời

Đối với đoạn mạch RLC nối tiếp, điện áp giữa hai đầu toàn mạch được tính bởi công thức: $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$

Theo qui tắc hợp véctơ, như hình 28.2, ta thấy U, U_R; U_L và U_C là độ dài của các véctơ $\vec{U}, \vec{U}_R, \vec{U}_L, \vec{U}_C$ không cùng phương chiều và liên hệ với nhau bởi công thức:

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

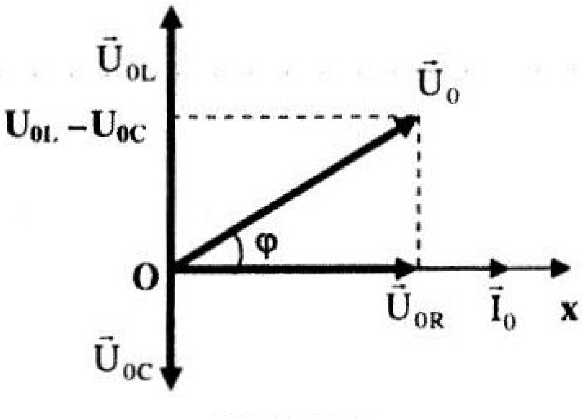
Vì vậy U có thể lớn hơn, bằng hoặc nhỏ hơn các thành phần U_R; U_L và U_C

Ví dụ:

$U_R = 40$ V; $U_L = 100$ V; $U_C = 70$ V

$$\Rightarrow U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = 50 \text{ V}$$

$\Rightarrow$ U nhỏ hơn U_L và U_C.



Hình 28.2

C3. Làm thí nghiệm đo điện áp hiệu dụng trên R, L, C rồi so sánh với điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch.

Trả lời

Làm thí nghiệm đo điện áp hiệu dụng trên R, L, C rồi so sánh với điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch ta sẽ thấy kết quả đo được thỏa mãn công thức:

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$$

C4. Trong trường hợp nào thì khi tăng dần điện dung C của tụ điện trong đoạn mạch RLC nối tiếp, cường độ dòng điện hiệu dụng tăng rồi lại giảm?

Trả lời

Từ công thức tính cường độ dòng điện hiệu dụng của đoạn mạch RLC mắc nối tiếp: $I = \frac{U}{Z}$ với $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$

Nếu ban đầu mạch có tính dung kháng, tức là $Z_L < Z_C$.

- Nếu tăng dần C $\Rightarrow Z_C = \frac{1}{C\omega}$ giảm $\Rightarrow (Z_L - Z_C)$ giảm $\Rightarrow$ Z giảm $\Rightarrow$ I tăng.
- Tiếp tục tăng C cho đến khi $Z_C = Z_L \Rightarrow Z_{min} \Rightarrow I = I_{max}$.
- Tiếp tục tăng C $\Rightarrow Z_L > Z_C \Rightarrow (Z_L - Z_C)$ tăng $\Rightarrow$ Z tăng $\Rightarrow$ I giảm.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Viết công thức tính tổng trở của các đoạn mạch chỉ có hai trong ba loại phần tử: R, L, C mắc nối tiếp.

Trả lời

- Tổng trở đoạn mạch chỉ có RL là: $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$
- Tổng trở đoạn mạch chỉ có RC là: $Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2}$
- Tổng trở đoạn mạch chỉ có LC là: $Z = |Z_L - Z_C|$

  Với: $Z_L = L\omega = 2\pi fL$; $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC}$

2. Cho f là tần số dòng điện. Hãy tính tổng trở của đoạn mạch:

- Chỉ có hai cuộn cảm thuần có độ tự cảm là L_1, L_2 mắc nối tiếp.
- Chỉ có hai tụ điện có điện dung là C_1, C_2 mắc nối tiếp.

Trả lời

Tổng trở của đoạn mạch:

- Chỉ có hai cuộn cảm thuần có độ tự cảm là L_1, L_2 mắc nối tiếp.

$$Z_L = Z_{L1} + Z_{L2} = (L_1 + L_2)\omega = 2\pi f(L_1 + L_2)$$

- Chỉ có hai tụ điện có điện dung là C_1, C_2 mắc nối tiếp.

$$Z_C = Z_{C1} + Z_{C2} = \frac{1}{C_1\omega} + \frac{1}{C_2\omega} = \frac{1}{2\pi f}\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)$$

3. Nêu điều kiện và đặc điểm của hiện tượng cộng hưởng điện đối với đoạn mạch RLC nối tiếp.

Trả lời

- Điều kiện để xảy ra hiện tượng cộng hưởng điện trong mạch xoay chiều RLC nối tiếp là: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.
- Đặc điểm:

  + Tổng trở Z của đoạn mạch đạt giá trị cực tiểu.

  + Cường độ hiệu dụng I của dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại.

  + Dòng điện i biến đổi đồng pha với điện áp u hai đầu đoạn mạch.

  + Điện áp u_R giữa hai đầu điện trở R bằng điện áp u giữa hai đầu đoạn mạch.

28.1 Dung kháng của một đoạn mạch RLC nối tiếp đang có giá trị nhỏ hơn cảm kháng. Ta làm thay đổi chỉ một trong các thông số của đoạn mạch bằng các cách nêu sau đây. Cách nào có thể làm cho hiện tượng cộng hưởng điện xảy ra?

A. Tăng điện dung của tụ điện.
B. Tăng hệ số tự cảm của cuộn dây.
C. Giảm điện trở của đoạn mạch.
D. Giảm tần số dòng điện.

Hướng dẫn giải

Để hiện tượng cộng hưởng điện xảy ra thì điều kiện là:

$$Z_L = Z_C \Leftrightarrow 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

Do dung kháng đang có giá trị nhỏ hơn cảm kháng, tức là:

$$Z_L > Z_C \Leftrightarrow 2\pi fL > \frac{1}{2\pi fC}$$

nên phải tăng Z_C hoặc giảm Z_L. Trong trường hợp này, giảm tần số sẽ làm cho Z_L giảm và Z_C tăng.

Đáp án: D

28.2. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch RLC nối tiếp sớm pha $\frac{\pi}{4}$ đối với dòng điện. Phát biểu nào sau đây đúng với đoạn mạch này?

A. Tần số dòng điện trong đoạn mạch nhỏ hơn giá trị cần để xảy ra cộng hưởng điện.

B. Tổng trở của đoạn mạch bằng hai lần điện trở R của mạch.

C. Hiệu số giữa cảm kháng và dung kháng bằng điện trở thuần của đoạn mạch.

D. Điện áp giữa hai đầu điện trở sớm pha $\frac{\pi}{4}$ đối với điện áp giữa hai bản tụ điện.

Hướng dẫn giải

A. Do điện áp sớm pha đối với dòng điện nên đoạn mạch có tính cảm kháng nghĩa là dung kháng có giá trị nhỏ hơn cảm kháng:

$$Z_L > Z_C \Leftrightarrow 2\pi fL > \frac{1}{2\pi fC}$$

Để xảy ra hiện tượng cộng hưởng thì tần số phải giảm. Vậy trong mạch hiên tại, tần số dòng điện lớn hơn giá trị cần để xảy ra cộng hưởng. (**Câu A sai**).

B. Do $\varphi = \frac{\pi}{4}$ nên $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = 1 \Rightarrow Z_L - Z_C = R$ và do vậy tổng trở $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = R\sqrt{2}$. (**Câu B sai**).

C. $Z_L - Z_C = R$ (**Câu C đúng**).

D. U_R cùng pha với i nên U_R sớm pha so với U_C một góc $\frac{\pi}{2}$ (**Câu D sai**).

Đáp án: C

28.3. Cho đoạn mạch RLC nối tiếp có R = 50 Ω; L = 159 mH, C = 31,8 μF. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = 120\cos100\pi t$ (V). Tính tổng trở của đoạn mạch và viết biểu thức của cường độ dòng điện tức thời qua mạch.

Hướng dẫn giải

Tổng trở của đoạn mạch:

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} = \sqrt{50^2 + \left(100\pi.159.10^{-3} - \frac{1}{100\pi.31,8.10^{-6}}\right)^2}$$

$$\Rightarrow Z = \sqrt{50^2 + (50 - 100)^2} = 50\sqrt{2}\ (\Omega)$$

Biểu thức dòng điện tức thời qua mạch có dạng:

$$i = I_0\cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó: $I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{120}{50\sqrt{2}} = 1,2\sqrt{2}$ (A)

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = -1 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow \varphi_i = \frac{\pi}{4}$$

Vậy: $i = I_0\cos(\omega t + \varphi) = 1,2\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$ (A)

Đáp số: $Z = 50\sqrt{2}\ (\Omega)$; $i = 1,2\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$ (A)

28.4. Trong một đoạn mạch xoay chiều RLC nối tiếp, hệ số tự cảm của cuộn dây là $L = 0{,}1H$; tụ điện có điện dung $C = 1\ \mu F$; tần số dòng điện là $f = 50$ Hz.

a) Hỏi dòng điện trong đoạn mạch sớm pha hay trễ pha đối với điện áp ở hai đầu đoạn mạch ?

b) Cần phải thay tụ điện nói trên bởi một tụ điện có điện dung C' bằng bao nhiêu để trên đoạn mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng điện ?

Hướng dẫn giải

$$\omega = 2\pi.f = 100\pi\ (rad/s)$$

$$Z_L = L\omega = 0{,}1.100\pi = 10\pi\ (\Omega)$$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{1.10^{-6}.100\pi} = \frac{10^4}{\pi}\ (\Omega) \approx 318\ \Omega$$

a) Ta thấy $Z_C > Z_L$: đoạn mạch có tính dung kháng nên dòng điện i sớm pha đối với điện áp u hai đầu đoạn mạch.

b) Để đoạn mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng:

$$Z_{C'} = Z_L \Rightarrow Z_{C'} = \frac{1}{\omega C'} = 10\pi \Rightarrow C' = \frac{1}{\omega 10\pi} = \frac{1}{100\pi.10\pi} = 10^{-4}\ (F)$$

Đáp án: a) Sớm pha; b) $C' = 10^{-4}\ (F)$

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

28.5. Chọn câu trả lời *sai*

Ở hai đầu một điện trở R có đặt một điện áp xoay chiều U_{AC} và một điện áp không đổi U_{DC}. Người ta mắc thêm vào mạch một tụ điện C hay một cuộn cảm L thì thấy cả hai dòng điện đều qua được điện trở:

A. Tụ C đã được mắc song song với điện trở.

B. Tụ C đã được mắc nối tiếp với điện trở.

C. Cuộn thuần cảm L đã được mắc song song với điện trở.

D. Cuộn thuần cảm L đã được mắc nối tiếp với điện trở.

28.6. Cho một đoạn mạch điện xoay chiều gồm hai phần tử mắc nối tiếp. Điện áp giữa hai đầu mạch và cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức:

$$u = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(V)\ ;\ i = 5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(A)$$

A. Hai phần tử đó là RL.

B. Hai phần tử đó là RC.

C. Hai phần tử đó là LC.

D. Tổng trở của mạch là $40\sqrt{2}\ \Omega$.

28.7. Cho một đoạn mạch điện có các phần tử RLC mắc nối tiếp.

Biết $R = 50\ \Omega$, $L = \frac{1}{\pi}$ H và $C = \frac{2.10^{-3}}{\pi}$ F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều luôn ổn định u, thì điện áp giữa hai đầu tụ C có biểu thức: $u_C = 100\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V). Viết biểu thức của u.

28.8. Cho một mạch điện xoay chiều như hình 12.16. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức:

$$u_{AB} = 100\sqrt{2}\sin 100\pi t\ (V),\ R_K = 0.$$

Biết $R_0 = R$, $Z_C = 2Z_L$. Khi K ngắt (mở), dòng điện qua R có giá trị hiệu dụng là 2 A và lệch phavới u là $\frac{\pi}{3}$. Giá trị của R và Z_L là:

A. $R = 25\Omega$ và $Z_L = 25\sqrt{3}\,\Omega$ B. $R = 25\sqrt{3}\,\Omega$ và $Z_L = 25\Omega$

C. $R = 12{,}5\Omega$ và $Z_L = 25\sqrt{3}\,\Omega$ D. $R = 25\,\Omega$ và $Z_L = 12{,}5\,\Omega$

28.9. Cho một đoạn mạch gồm điện trở thuần R, một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp, trong đó R, L, C có giá trị không đổi. Đặt vào hai đầu đoạn mạch trên điện áp: $u = U_0\sin\omega t$ (V), với ω có giá trị thay đổi còn U_0 không đổi. Khi $\omega = \omega_1 = 200\pi$ rad/s hoặc $\omega = \omega_2 = 50\pi$ rad/s thì dòng điện qua mạch có giá trị hiệu dụng bằng nhau. Tính thì tần số góc ω để cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch đạt cực đại.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

28.5. ***B***

Tụ điện C chỉ cho dòng AC qua, không cho dòng DC qua; Còn cuộn cảm L cho cả dòng DC và AC qua.

Nếu mắc nối tiếp tụ C với điện trở thì dòng DC không qua được R.

⇒ Câu sai B

28.6. ***A***

$$u = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{\pi}{2})\ (V)\ ;\ i = 5\sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{\pi}{3})\ (A)$$

Độ lệch pha $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6} > 0$

⇒ Mạch có tính cảm kháng, tức là có cuộn cảm L.

$\varphi \neq \pm\frac{\pi}{2}$ ⇒ Mạch phải có R .

Vậy hai phần tử là RL; Tổng trở mạch $Z = \frac{U_0}{I_0} = 40\,\Omega$

28.7. $$Z_L = L\omega = 100\,\Omega;\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 50\,\Omega$$

Biểu thức của u là: $u = U_0\sin(100\pi t - \varphi_C + \varphi)$

Trong đó: $\varphi_C = \varphi_{uC} - \varphi_i = -\frac{\pi}{2}$; $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$

$$\text{tg}\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$$

$$U_0 = Z.I_0 \; ; \; I_0 = \frac{U_{0C}}{Z_C} = 2\sqrt{2} \text{ A}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 50\sqrt{2} \;\Omega \Rightarrow U_0 = 200 \text{ V}$$

$$\Rightarrow u = 200\sin\left(100\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)(V)$$

Đáp số: $u = 200\sin\left(100\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)(V)$

28.8. *C*

Khi K ngắt: mạch RR_0LC, vì $Z_C = 2Z_L \Rightarrow \varphi_{ng} < 0$

$$\varphi_{ng} = \varphi_u - \varphi_{ing} = -\frac{\pi}{3} \; ; \; Z_{ng} = \frac{U}{I_{ng}} = 50 \;\Omega$$

$$\cos\varphi_{ng} = \frac{R + R_0}{Z_{ng}} = \frac{2R_0}{Z_{ng}} \quad \cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow R_0 = \frac{1}{4}Z_{ng} = 12{,}5 \;\Omega$$

$$\operatorname{tg}\varphi_{ng} = \frac{Z_L - Z_C}{R + R_0} = \frac{-Z_L}{2R_0} \quad \operatorname{tg}\left(-\frac{\pi}{3}\right) = -\sqrt{3} \Rightarrow Z_L = 2R_0\sqrt{3} = 25\sqrt{3}\;\Omega$$

28.9. Để cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch đạt cực đại thì tần số góc ω thoả: $Z_L = Z_C \Rightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega} \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC}$ (1)

Mặt khác theo đề ta có: $I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Rightarrow Z_1^2 = Z_2^2$

Mà: $Z_1^2 = R^2 + (Z_{1L} - Z_{1C})^2 = R^2 + \left(L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1}\right)^2$ (2)

$Z_2^2 = R^2 + (Z_{2L} - Z_{2C})^2 = R^2 + \left(L\omega_2 - \frac{1}{C\omega_2}\right)^2$ (3)

Vì $\omega_2 \neq \omega_1$ nên từ (2) và (3) ta suy được:

$L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1} = \frac{1}{C\omega_2} - L\omega_2 \Rightarrow LC = \frac{1}{\omega_1\omega_2}$ (4)

Từ (1) và (4) suy ra: $\omega = \sqrt{\omega_1\omega_2} = 100\pi$ rad/s

Đáp số: $\omega = 100\pi$ ***rad/s***

Bài 29 – CÔNG SUẤT CỦA DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU
HỆ SỐ CÔNG SUẤT

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Công suất tức thời

$$p = ui = UI\cos\varphi + UI\cos(2\omega t + \varphi)$$

2. Công suất trung bình

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = UI\cos\varphi$$

3. Hệ số công suất

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$$

- Nếu trong đoạn mạch xảy ra cộng hưởng hoặc đoạn mạch chỉ có điện trở thuần thì $\varphi = 0$, $\cos\varphi = 1$.
- Với cùng điều kiện điện áp và cường độ dòng điện I, nếu đoạn mạch có $\cos\varphi$ càng lớn thì công suất của dòng điện càng lớn.

4. Trường hợp đặc biệt

➢ *Mạch $R_1 \ldots R_m\, L_1 \ldots L_n C_1 \ldots C_P$ nối tiếp*

$$P = UI\cos\varphi = (R_1 + \ldots + R_m)\, I^2$$

Trong đó: $U = ZI$; $\cos\varphi = \dfrac{R_1 + \ldots + R_m}{Z}$

➢ *Mạch RLC nối tiếp*

$$P = UI\cos\varphi = RI^2$$

Trong đó: $U = ZI$; $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z}$

5. Điều kiện để công suất mạch đạt giá trị cực đại

➢ *Nếu R, U = const. Thay đổi L hoặc C, hoặc ω, hoặc f*

$$P = R.\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$\Rightarrow P = P_{max} = \dfrac{U^2}{R}$ khi $Z_L = Z_C$: Cộng hưởng điện $\Rightarrow \cos\varphi = 1$

➢ *Nếu L , C , ω , U = const. Thay đổi R*

$$P = \frac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}$$

$$\Rightarrow P = P_{max} = \frac{U^2}{2R} \text{ khi } R = |Z_L - Z_C| \text{ (Bất đẳng thức Côsi)}$$

$$\Rightarrow Z = R\sqrt{2} \Rightarrow \cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Công suất tức thời biến đổi theo qui luật nào? Đối với dòng điện tần số 50 Hz, công suất tức thời biến đổi tuần hoàn bao nhiêu lần trong một giây ?

Trả lời

Công suất tức thời được tính bởi công thức: $p = u.i$

Trong đó: $u = U_0\cos(\omega t + \varphi)$; $i = I_0\cos\omega t$

$$\Rightarrow p = ui = U_0 I_0.\cos\omega t.\cos(2\omega t + \varphi)$$
$$p = UI.\cos\varphi + UI\cos(2\omega t + \varphi)$$

⇒ Công suất tức thời biến thiên theo qui luật hàm $\cos 2\omega t = \cos\omega' t$, với $\omega' = 2\omega$.

Chu kì biến đổi của dòng điện là T với: $T = \frac{2\pi}{\omega}$

Chu kì biến đổi của công suất p là T' với: $T' = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{T}{2}$

Hay với tần số: $f' = \frac{1}{T'} = 2f$

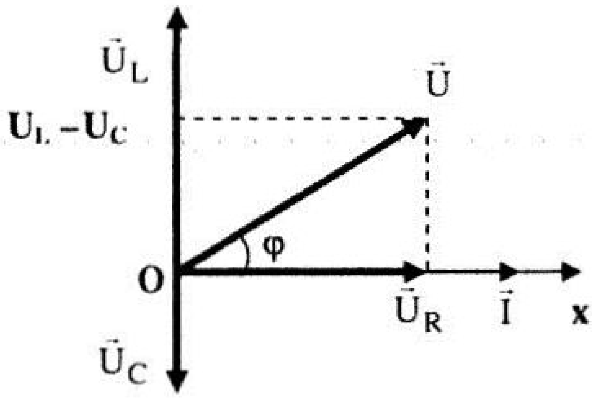
- Đối với dòng điện tần số f = 50 Hz, thì công suất tức thời có tần số: $f' = 2f = 100$ Hz ⇒ Công suất tức thời biến đổi tuần hoàn 100 lần trong một giây.

C2. Có thể tính hệ số công suất của đoạn mạch R, L, C nối tiếp bằng cách dùng giản đồ Fre-nen. Hãy tính theo cách đó và chứng tỏ rằng kết quả thu được cũng là $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$.

Trả lời

Xét trường hợp đoạn mạch có tính cảm kháng, ta có giản đồ Fre-nen như hình 29.1. Dựa trên hình vẽ ta có:

$$\cos\varphi = \frac{U_R}{U_{AB}} = \frac{I.R}{I.Z} = \frac{R}{Z}$$



Hình 29.1

C3. Có thể đo công suất của dòng điện trên một đoạn mạch xoay chiều bằng cách nào?

Trả lời

Có thể đo công suất P của dòng điện trên một đoạn mạch xoay chiều bằng các cách:

- Dùng oát kế.
- Đo điện năng tiêu thụ điện W trên đoạn mạch đó trong một thời gian t khá lớn. Từ đó áp dụng công thức: $P = \dfrac{W}{t}$
- Dùng ampe kế và vôn kế để đo các giá trị hiệu dụng của cường độ I và điện áp U; dùng máy đo hệ số công suất cosφ.

Sau đó, dùng công thức: $P = UI\cos\varphi$ để suy ra công suất mạch.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Trong trường hợp nào, hệ số công suất của dòng điện xoay chiều có giá trị lớn nhất? nhỏ nhất?

Trả lời

- Hệ số công suất của dòng điện xoay chiều: $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z}$
- sẽ có giá trị lớn nhất nếu trong đoạn mạch xảy ra cộng hưởng hoặc đoạn mạch chỉ có điện trở thuần. Khi đó $\cos\varphi = 1$.
- sẽ có giá trị nhỏ nhất khi đoạn mạch chỉ có cuộn cảm thuần L hoặc chỉ có tụ điện C hoặc có đồng thời LC. Khi đó $\cos\varphi = 0$.

2. Vì sao phải tăng hệ số công suất ở nơi tiêu thụ điện?

Trả lời

Phải tăng hệ số công suất ở nơi tiêu thụ điện để tăng hiệu suất sử dụng điện, tức là tăng công suất có ích và giảm công suất hao phí.

Vì với cùng một điện áp U và cường độ dòng điện I, nếu đoạn mạch có hệ số công suất càng lớn thì công suất P của dòng điện càng lớn. Nếu hệ số công suất nhỏ, để công suất vẫn ổn định như cũ trong khi điện áp U không thay đổi thì khi đó cường độ dòng điện trong mạch: $I = \dfrac{P}{U\cos\varphi}$ phải có giá trị lớn hơn, hao phí nhiệt tỏa ra trên dây dẫn sẽ lớn hơn.

▼

29.1. Công suất của dòng điện xoay chiều trên một đoạn mạch RLC nối tiếp nhỏ hơn tích UI là do

A. Một phần điện năng tiêu thụ trong tụ điện.

B. Trong cuộn dây có dòng điện cảm ứng.

C. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện biến đổi lệch pha nhau.

D. Có hiện tượng cộng hưởng trên đoạn mạch.

Hướng dẫn giải

Công suất của dòng điện xoay chiều trên một đoạn mạch RLC nối tiếp nhỏ hơn tích UI là do điện áp giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện biến đổi lệch pha nhau.

Đáp án: C

29.2. Trên một đoạn mạch xoay chiều, hệ số công suất bằng 0 ($\cos\varphi = 0$) khi

A. Đoạn mạch chỉ có điện trở thuần. B. Đoạn mạch có điện trở bằng 0.

C. Đoạn mạch không có tụ điện. D. Đoạn mạch không có cuộn cảm.

Hướng dẫn giải

Đối với đoạn mạch RLC nối tiếp, hệ số công suất bằng: $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z}$

⇒ điện năng chỉ tiêu thụ trên điện trở R nên khi đoạn mạch có điện trở bằng 0 thì hệ số công suất bằng 0.

Đáp án: B

29.3. Một tụ điện có điện dung C = 5,3 μF mắc nối tiếp với điện trở R = 300 Ω thành một đoạn mạch. Mắc đoạn mạch vào mạng điện xoay chiều có điện áp 220 V, tần số 50 Hz. Hãy tính:

a) Hệ số công suất của đoạn mạch.

b) Điện năng mà đoạn mạch tiêu thụ trong một phút.

Hướng dẫn giải

$$\omega = 2\pi.f = 100\pi\,(\text{rad})$$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{5,3.10^{-6}.100\pi} = 600\,(\Omega)$$

Tổng trở của đoạn mạch: $Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = 300\sqrt{5}\,(\Omega)$

a) Hệ số công suất của đoạn mạch: $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z} = \dfrac{300}{300\sqrt{5}} = \dfrac{1}{\sqrt{5}}$

b) Điện năng đoạn mạch tiêu thụ trong một phút:

$$Q = R.I^2.t = R.\frac{U^2}{Z^2}.t = 300.\frac{220^2}{5.300^2}.60 = 1936\,(\text{J})$$

Đáp số: a) $\cos\varphi = \dfrac{1}{\sqrt{5}}$; b) Q = 1936 (J)

29.4 Một cuộn cảm khi mắc với điện áp xoay chiều 50 V thì tiêu thụ công suất 1,5W. Biết dòng qua cuộn cảm là 0,2A. Tính hệ số công suất của cuộn cảm.

Hướng dẫn giải

Công suất của dòng điện xoay chiều:

$$P = UI\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{P}{UI} = \frac{1,5}{50.0,2} = 0,15$$

Đáp số: $\cos\varphi = 0,15$

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

29.5. Hệ số công suất của một đoạn mạch điện xoay chiều luôn được tính bởi công thức:

A. $\cos\varphi = \dfrac{Z}{R}$ B. $\cos\varphi = \dfrac{Z_C}{Z}$

C. $\cos\varphi = \dfrac{Z_L}{Z}$ D. $\cos\varphi = \dfrac{P}{UI}$

Với U là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch.

I là cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch.

P là công tiêu thụ điện của mạch.

29.6. Một mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp, công suất tiêu thụ của mạch lúc cộng hưởng điện:

A. đạt giá trị cực đại và bằng $P_{max} = \dfrac{U^2}{R}$.

B. đạt giá trị cực tiểu và bằng $P_{min} = \dfrac{U^2}{2R}$

C. bằng không.

D. được tính bởi công thức: $P = RI$.

29.7. Một mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp, với R là biến trở. Thay đổi R để công suất tiêu thụ của mạch đạt cực đại. Hệ số công suất k của mạch khi đó bằng:

A. $k = 0$ B. $k = \dfrac{1}{2}$ C. $k = \dfrac{\sqrt{2}}{2}$ D. $k = 1$

29.8. Cho một đoạn mạch điện xoay chiều gồm RLC mắc nối tiếp. Biết $R = 150\ \Omega$. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức:

$u_{AB} = 120\sqrt{2}\sin 2\pi ft$ (V), với tần số f thay đổi được. Thay đổi f để công suất mạch đạt cực đại. Giá trị cực đại đó bằng:

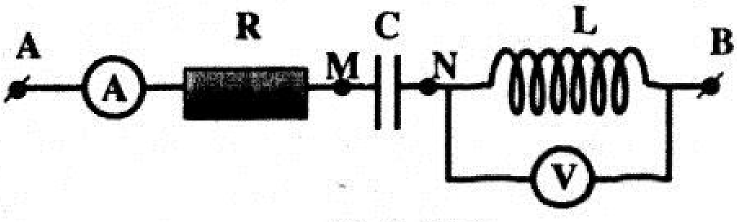
A. 48 W B. 96 W C. 192 W D. 384 W

29.9. Cho một mạch điện AC như hình 29.2. Cho $u_{AB} = 200\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V).

L: cuộn thuần cảm có giá trị

$L = \dfrac{2}{\pi}$ H ; $R_A = 0$, $R_V = \infty$.

Điện áp u_{AN} trễ pha $\dfrac{\pi}{3}$ so với u_{AB} và u_{MB} sớm pha $\dfrac{\pi}{3}$ so với u_{AB}.



Hình 29.2

a) Tính R và C.

b) Tính công suất mạch.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

29.5. *D*

Hệ số công suất của một đoạn mạch điện xoay chiều luôn được tính bởi công thức: $\cos\varphi = \dfrac{P}{UI}$

29.6. *A*

Công suất tiêu thụ trong mạch điện xoay chiều RLC nối tiếp:

$$P = RI^2 = R.\frac{U^2}{Z^2} = R.\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

Khi cộng hưởng: $Z_L = Z_C \Rightarrow P = P_{max} = \dfrac{U^2}{R}$.

29.7. *C*

$$P = I^2R = \frac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}$$

Theo bất đẳng thức Côsi $\Rightarrow P = P_{max}$ khi $R_0 = |Z_L - Z_C|$

$$\Rightarrow Z = R\sqrt{2} \Rightarrow k = \cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

29.8. *B*

$$P = R.\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

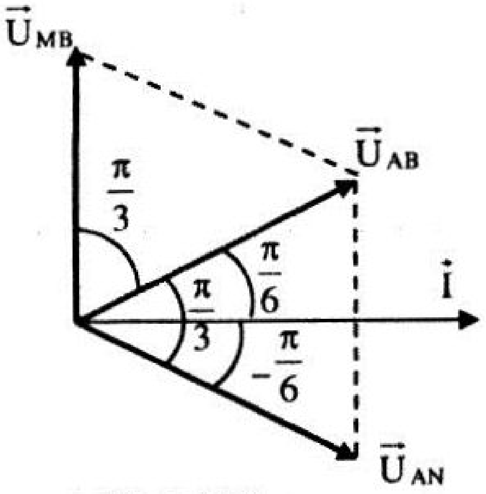
Thay đổi f để công suất mạch cực đại, khi đó: $Z_L = Z_C \Rightarrow P_{max} = \dfrac{U^2}{R} = 96$ W

29.9. $Z_L = L\omega = 200\ \Omega$

Đoạn mạch MB chứa LC, nên u_{MB} chỉ có thể sớm pha hơn i là $\dfrac{\pi}{2}$ hay trễ pha hơn i là $\dfrac{\pi}{2}$.

Nhưng theo đề: u_{MB} sớm pha $\dfrac{\pi}{3}$ so với u_{AB}

$\Rightarrow$ nên u_{MB} chỉ có thể sớm pha hơn i là $\dfrac{\pi}{2}$.



Hình 29.2a

Từ giản đồ Fresnel trên hình 29.2a, ta có:

$\varphi = \varphi_{uAB} - \varphi_i = \dfrac{\pi}{6}$; $\varphi_{AN} = \varphi_{uAN} - \varphi_i = -\dfrac{\pi}{6}$

Mặt khác: $\tan\varphi_{AN} = -\dfrac{Z_C}{R} = \tan(-\dfrac{\pi}{6}) = -\dfrac{1}{\sqrt{3}}$

$\Rightarrow Z_C = \dfrac{R}{\sqrt{3}}$

$$\text{tg}\,\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \text{tg}\frac{\pi}{6} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow Z_L - Z_C = \frac{R}{\sqrt{3}} = Z_C$$

$$\Rightarrow Z_C = \frac{Z_L}{2} = 100\,\Omega \Rightarrow C = \frac{10^{-4}}{\pi}\,F$$

$$R = Z_C\sqrt{3} = 100\sqrt{3}\ \Omega$$

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \cos\frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow Z = \frac{2R}{\sqrt{3}} = 200\,\Omega$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{Z} = 1\ A;\ P = RI^2 = 100\sqrt{3}\ W$$

Đáp số: a) $R = 100\sqrt{3}\ \Omega$; $C = \frac{10^{-4}}{\pi}F$; ***b)*** $P = 100\sqrt{3}\ W$

Bài 30 – MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều

- Nguyên tắc hoạt động của các loại máy phát điện xoay chiều là dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.
- Suất điện động xoay chiều trong cuộn dây:

$$e = 2\pi f\Phi_0 N\cos(2\pi ft - \frac{\pi}{2})$$

- Có hai cách tạo ra suất điện động xoay chiều thường dùng trong các máy phát điện:

  + Từ trường cố định, các vòng dây quay trong từ trường.

  + Từ trường quay, các vòng dây đặt cố định.

2. Máy phát điện xoay chiều một pha

- Có hai bộ phận chính là phần cảm và phần ứng.

  + Phần cảm là nam châm điện hoặc nam châm vĩnh cửu. Đó là phần tạo ra từ trường.

  + Phần ứng là những cuộn dây, trong đó xuất hiện suất điện động cảm ứng khi máy hoạt động.
- Một trong hai phần đặt cố định, phần còn lại quay quanh một trục. Phần cố định gọi là stato, phần quay gọi là rôto.
- Để dẫn dòng điện ra mạch ngoài, người ta dùng hai vành khuyên đặt đồng trục và cùng quay với khung dây. Mỗi vành khuyên có một thanh quét tì vào. Khi khung dây quay, hai vành khuyên trượt trên hai thanh

quét, dòng điện truyền từ khung dây qua hai thanh quét ra ngoài.

- Tần số của dòng điện xoay chiều được tính bởi công thức:

$$f = n.p$$

Với: p = số cặp cực của nam châm điện

n = vận tốc góc của rôto (vòng/s)

3. *Máy phát điện xoay chiều ba pha*

a) Định nghĩa dòng điện xoay chiều ba pha

Là một hệ thống gồm ba dòng xoay chiều có cùng tần số, cùng biên độ, nhưng lệch pha nhau là $\frac{2\pi}{3}$ hay 1200 tức về thời gian là $\frac{1}{3}$ chu kỳ T.

$$i_1 = I_m \cos \omega t; \quad i_2 = I_m \cos (\omega t - \frac{2\pi}{3}); \quad i_3 = I_m \cos (\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

b) Máy phát điện ba pha

- *Nguyên tắc hoạt động :* dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.
- *Cấu tạo:* gồm hai phần chính:
  - + Phần cảm (rôto) thường là nam châm điện.
  - + Phần ứng (stato) gồm ba cuộn dây giống hệt nhau ,quấn quanh lõi thép đặt lệch nhau $\frac{1}{3}$ vòng tròn trên thân stato.

c) Cách mắc mạch ba pha

- *Mắc hình sao:* hay mắc bốn dây gồm ba dây pha (dây nóng), một dây trung hòa (dây nguội). Tải tiêu thụ không cần đối xứng.

$$U_d = \sqrt{3}\, U_p , \; I_d = I_p$$

- *Mắc hình tam giác:* hay mắc ba dây. Tải tiêu thụ phải thật đối xứng.

$$U_d = U_p , \; I_d = \sqrt{3}\, I_p$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Có thể làm cho từ thông qua một vòng dây biến thiên bằng những cách nào?

Trả lời

Từ thông qua một vòng dây được tính bởi công thức:

$$\Phi = BS\cos\omega t$$

Có thể làm cho từ thông qua một vòng dây biến thiên bằng ba cách:

+ Giữ từ trường cố định, cho vòng dây quay trong từ trường.

+ Giữ vòng dây cố định, cho từ trường quay.

+ Đặt vòng dây trong một từ trường biến thiên, tức là có cảm ứng từ $\vec{B}$ thay đổi theo thời gian.

C2. Suất điện động của máy phát điện xoay chiều phụ thuộc vào các yếu tố nào ?

Trả lời

Suất điện động của máy phát điện xoay chiều được tính bởi công thức:

$$e = NBS\omega \sin \omega t = N\Phi_0 \omega \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

Như vậy, suất điện động của máy phát điện xoay chiều phụ thuộc vào:

+ số vòng dây N của phần ứng.

+ từ trường B của phần cảm.

+ vận tốc quay ω của rôto.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Kể tên và nêu tác dụng của hai bộ phận chính trong máy phát điện xoay chiều.

Trả lời

Có hai bộ phận chính là phần cảm và phần ứng.

- Phần cảm là nam châm điện hoặc nam châm vĩnh cửu. Đó là phần tạo ra từ trường.
- Phần ứng là những cuộn dây, trong đó xuất hiện suất điện động cảm ứng khi máy hoạt động.

2. Dòng điện xoay chiều ba pha là gì ? Khi chuyển từ cách mắc hình sao sang cách mắc tam giác các cuộn dây của máy phát điện thì điện áp dây tăng hay giảm bao nhiêu lần ?

Trả lời

Dòng điện xoay chiều ba pha là hệ thống ba dòng điện xoay chiều, gây bởi ba suất điện động cùng tần số, cùng biên độ nhưng lệch nhau về pha là $\frac{2\pi}{3}$.

$$e_1 = E_0 \cos \omega t; \quad e_2 = E_0 \cos (\omega t - \frac{2\pi}{3}); \quad e_3 = E_0 \cos (\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

Trong cách mắc hình sao thì điện áp dây và điện áp pha liên hệ bằng công thức: $U_{d\,sao} = \sqrt{3}U_p$

Trong cách mắc hình tam giác thì điện áp dây bằng điện áp pha: $U_{d\,tam\,giác} = U_p$

Vậy khi chuyển từ cách mắc hình sao sang cách mắc tam giác các cuộn dây của máy phát điện thì: $U_{d\,tam\,giác} = U_p = \frac{U_{d\,sao}}{\sqrt{3}} \Rightarrow$ điện áp dây giảm $\sqrt{3}$ lần.

▼

30.1. Phát biểu nào sau đây đúng với máy phát điện xoay chiều ?

A. Biên độ của suất điện động tỉ lệ với số cặp cực của nam châm.

B. Tần số của suất điện động tỉ lệ với số vòng dây của phần ứng.

C. Dòng điện cảm ứng chỉ xuất hiện ở các cuộn dây của phần ứng.

D. Cơ năng cung cấp cho máy được biến đổi hoàn toàn thành điện năng.

Hướng dẫn giải

Với máy phát điện xoay chiều, biên độ của suất điện động cảm ứng được tính bởi công thức: $E_0 = 2\pi f\Phi_0 N$

Trong đó f là tần số của dòng điện và phụ thuộc vào số cặp cực p của nam châm bởi công thức: $f = n.p$

n = vận tốc góc của rôto (vòng/s)

$$\Rightarrow E_0 = 2\pi np\Phi_0 N \sim p$$

Đáp án: A

30.2. Máy phát điện xoay chiều một pha và ba pha giống nhau ở điểm nào ?

A. Đều có phần ứng quay, phần cảm cố định.

B. Đều có bộ góp điện để dẫn điện ra mạch ngoài.

C. Đều có nguyên tắc hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

D. Trong mỗi vòng quay của rôto, suất điện động của máy phát đều biến thiên tuần hoàn hai lần.

Hướng dẫn giải

Máy phát điện xoay chiều một pha và ba pha giống nhau ở điểm đều có nguyên tắc hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Chọn câu C.

Đáp án: C

30.3 Rôto của máy phát điện xoay chiều là nam châm có ba cặp cực, quay với tốc độ 1200 vòng/phút. Tính tần số của suất điện động do máy tạo ra.

Hướng dẫn giải

Tần số của suất điện động do máy tạo ra: $f = p.n = \dfrac{3.1200}{60} = 60$ Hz

Đáp số: 60 Hz

30.4 Phần ứng của một máy phát điện xoay chiều có N = 200 vòng dây giống nhau. Từ thông qua một vòng dây có giá trị cực đại là 2mWb và biến thiên điều hòa với tần số 50 Hz. Suất điện động của máy có giá trị hiệu dụng là bao nhiêu ?

Hướng dẫn giải

Suất điện động của máy có giá trị cực đại là:

$$E_0 = 2\pi fN\Phi_0 = 2.3,14.50.200.2.10^{-3} \approx 125,6\ (V)$$

Suất điện động của máy có giá trị hiệu dụng là: $E = \dfrac{E_0}{\sqrt{2}} \approx 89$ V

Đáp số: 89 (V)

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

30.5. Chọn câu trả lời *sai*

Trong máy phát điện xoay chiều một pha công suất lớn:

A. Phần cảm là bộ phận quay (rôto).

B. Phần ứng là bộ phận đứng yên (stato).

C. Không có bộ góp điện.

D. Các cuộn dây của phần cảm và phần ứng đều quấn quanh lõi thép tôn silíc để tránh dòng điện Phu-cô.

30.6. Trong máy phát điện ba pha mắc hình tam giác có cường độ $I_d = 6$ A. Cường độ I_p bằng:

A. 6 A B. $6\sqrt{2}$ A C. $6\sqrt{3}$ A D. $2\sqrt{3}$ A

30.7. Một máy phát điện xoay chiều có 8 cặp cực, phần ứng gồm 22 cuộn dây mắc nối tiếp. Từ thông cực đại do phần cảm sinh ra đi qua mỗi cuộn dây có giá cực đại $\frac{10^{-1}}{\pi}$ Wb. Rôto quay với vận tốc 375 vòng/phút. Siất điện động cực đại do máy có thể phát ra là:

A. 110 V B. $110\sqrt{2}$ V C. 220 V D. $220\sqrt{2}$ V

30.8. Một máy phát điện xoay chiều ba pha mắc theo kiểu hình sao có điện áp pha bằng 200 V, tần số 50 Hz. Mắc vào mỗi pha của mạng điện các tải giống nhau, mỗi tải gồm điện trở thuần R = 100 Ω và cuộn thuần cảm có $L = \frac{1}{\pi}$ H. Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mỗi tải bằng:

A. $\frac{\sqrt{2}}{2}$ B. $\sqrt{2}$ A C. 2 A D. $2\sqrt{2}$ A

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

30.5. ***D***

Các cuộn dây của phần cảm và phần ứng đều quấn quanh lõi thép tôn silíc để tăng độ cảm ứng từ B ⇒ câu sai D.

30.6. ***D***

$$I_d = \sqrt{3}\,I_p \Rightarrow I_p = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = 2\sqrt{3}\ \text{A}$$

30.7. ***C***

$$f = \frac{np}{60} = \frac{375.8}{60} = 50\ \text{Hz}$$

$$\omega = 2\pi f = 100\pi\ \text{rad/s}$$

Suất điện động cực đại mà máy có thể phát ra là:

$$E_0 = \omega N\phi_0 = 100\pi\ .\ 22\ .\ \frac{10^{-1}}{\pi} = 220\ \text{V}$$

30.8. *B*

$$Z_L = L\omega = 100\ \Omega$$

Tổng trở của mỗi tải là: $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = 100\sqrt{2}\ \Omega$

Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mỗi tải bằng:

$$I_p = \frac{U_p}{Z} = \sqrt{2}\ A$$

Bài 31 – ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Nguyên tắc hoạt động

Nhờ có hiện tượng cảm ứng điện từ và tác dụng của từ trường quay mà khung dây quay và sinh công cơ học. Động cơ hoạt động dựa theo nguyên tắc trên gọi là động cơ không đồng bộ.

2. Tạo ra từ trường quay bằng dòng điện ba pha

Từ trường quay có thể được tạo ra bằng cách mắc ba cuộn dây giống nhau, bố trí lệch nhau $\frac{1}{3}$ trên vành tròn với mạng điện ba pha.

3. Cấu tạo và hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha

- Động cơ không đồng bộ ba pha có hai bộ phận chính:
  + Stato có ba cuộn dây giống nhau quấn trên ba lõi sắt bố trí lệch nhau $\frac{1}{3}$ vành tròn.
  + Rôto là một hình trụ tạo bởi nhiều lá thép mỏng ghép lại.
- Khi cho dòng ba pha vào ba cuộn dây của stato ⇒ tạo từ trường quay làm rôto quay theo chiều quay từ trường với vận tốc góc $\omega_0 < \omega$ của từ trường ⇒ quay không đồng bộ. Chuyển động quay của rôto được đưa ra ngoài để vận hành các máy công cụ.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Nếu tăng mômen cản đặt vào khung dây thì tốc độ quay của khung dây thay đổi thế nào?

Trả lời

Nếu tăng mômen cản đặt vào khung dây thì tốc độ quay của khung dây sẽ tăng cho tới khi mômen của lực điện từ cân bằng với mômen cản thì khung dây sẽ quay đều.

C2. Tại sao trong rôto có lõi thép hình trụ tạo bởi nhiều lá thép mỏng ghép lại, đặt cách điện với nhau và với lồng kim loại ?

Trả lời

Trong rôto có lõi thép hình trụ tạo bởi nhiều lá thép mỏng ghép lại, đặt cách điện với nhau và với lồng kim loại để giảm hao phí năng lượng do dòng Fu-cô.

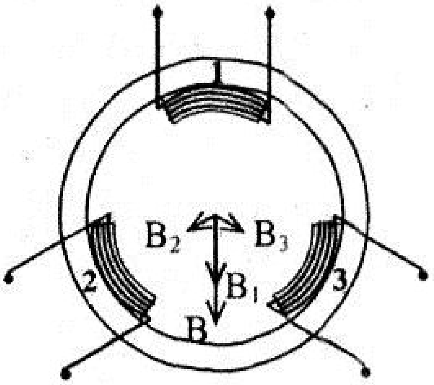
C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Mô tả thiết bị tạo ta từ trường quay bằng dòng điện ba pha.

Trả lời

Từ trường quay có thể được tạo ra bằng cách mắc ba cuộn dây giống nhau, bố trí lệch nhau $\frac{1}{3}$ trên vành tròn với mạng điện ba pha hình 31.1.



Hình 31.1

2. Nêu cấu tạo và hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha.

Trả lời

- Động cơ không đồng bộ ba pha có hai bộ phận chính:
  + Stato có ba cuộn dây giống nhau quấn trên ba lõi sắt bố trí lệch nhau $\frac{1}{3}$ vành tròn.
  + Rôto là một hình trụ tạo bởi nhiều lá thép mỏng ghép lại.
- Hoạt động: Khi mắc các cuộn dây ở stato với các nguồn ba pha, từ trường quay tạo thành có tốc độ góc bằng tần số góc của dòng điện. Từ trường quay này tác dụng lên các khung dây ở rôto các momen lực làm rôto quay với tốc độ quay nhỏ hơn tốc độ quay của từ trường.

▼

31.1. Chọn câu đúng

A. Chỉ có dòng điện ba pha mới tạo được từ trường quay.

B. Rôto của động cơ không đồng bộ quay với tốc độ góc của từ trường quay.

C. Từ trường quay luôn thay đổi cả về hướng và trị số.

D. Tốc độ góc của động cơ không đồng bộ phụ thuộc vào tốc độ quay của từ trường và momen cản.

Hướng dẫn giải

Tốc độ góc của động cơ không đồng bộ phụ thuộc vào tốc độ quay của từ trường và momen cản.

Đáp án: D

31.2. Phát biểu nào sau đây về động cơ không đồng bộ ba pha là **sai** ?

A. Hai bộ phận chính của động cơ là rôto và stato.

B. Bộ phận tạo ra từ trường quay là stato.

C. Nguyên tắc hoạt động của động cơ chỉ dựa trên hiện tượng điện từ.

D. Có thể chế tạo động cơ không đồng bộ ba pha với công suất lớn.

Hướng dẫn giải

Nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha là dựa trên hiện tượng cảm ứng từ điện từ và từ trường quay ⇒ câu sai là câu C.

Đáp án: C

31.3. Một động cơ điện xoay chiều tiêu thụ công suất 1,5 kW và có hiệu suất 80%. Tính công cơ học hữu ích do động cơ sinh ra trong 30 phút.

Hướng dẫn giải

Hiệu suất của động cơ: $H = \frac{P_{\text{cóích}}}{P_{\text{Toànphần}}} \Rightarrow P_{\text{cóích}} = 1{,}5.0{,}8 = 1{,}2\ \text{kW}$

Công cơ học hữu ích do động cơ sinh ra trong 30 phút.

$$A = P_{\text{có ích}}.t = 1{,}2.10^3.30.60 = 2{,}160.10^6\ (\text{J}) = 2160\ (\text{kJ})$$

Đáp số: 2160 (kJ)

31.4. Một động cơ không đồng bộ ba pha mắc theo kiểu tam giác vào mạch ba pha có điện áp pha là 220 V. Công suất điện của động cơ là 5,7 kW; hệ số công suất của động cơ là 0,85. Tính cường độ dòng điện chạy qua mỗi cuộn dây của động cơ.

Hướng dẫn giải

Công suất điện của động cơ được tính bởi công thức:

$$P = 3P_p = 3U_pI_p\cos\varphi = 5{,}7\ \text{kW}$$

Cường độ dòng điện chạy qua mỗi cuộn dây của động cơ chính là I_P:

$$\Rightarrow I_p = \frac{P}{3U_p\cos\varphi} = \frac{5{,}7.10^3}{3.220.0{,}85} = 10{,}2\ (\text{A})$$

Đáp số: I = 10,2 (A)

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

31.5. Để tạo ra động cơ không đồng bộ ba pha từ một máy phát điện xoay chiều ba pha về nguyên tắc ta có thể:

A thay đổi phần rôto bằng một trục quay, giữ nguyên phần stato.

B thay đổi phần stato, giữ nguyên phần rôto.

C đưa bộ góp điện gắn với rôto.

D Cả A, B, C đều sai.

31.6. Đặc điểm nào sau đây mà cả hai máy phát điện xoay chiều ba pha và động cơ không đồng bộ ba pha đều ***không có***:

A. cấu tạo đều có rôto và stato.

B. cấu tạo đều có bộ góp điện.

C. nguyên tắc hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

D. Cả A, B, C đều đúng.

31.7. Một động cơ hoạt động dưới tác dụng của dòng điện xoay chiều ba pha có tần số góc ω_0 được gọi là động cơ không đồng bộ là do rôto của động cơ quay với vận tốc góc ω thỏa:

A. $\omega > \omega_0$ B. $\omega < \omega_0$ C. $\omega \leq \omega_0$ D. $\omega \geq \omega_0$

31.8. Một động cơ không đồng bộ ba pha có công suất 6120 W được đấu theo hình sao vào một mạch điện xoay chiều ba pha có điện áp dây bằng $240\sqrt{3}$ V, dòng điện chạy qua mỗi cuộn dây của động cơ bằng 10 A. Tính hệ số công suất của động cơ.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

31.5. ***A***

Để tạo ra động cơ không đồng bộ ba pha từ một máy phát điện xoay chiều ba pha về nguyên tắc ta có thể thay đổi phần rôto bằng một trục quay, giữ nguyên phần stato.

31.6. ***B***

Đặc điểm mà cả hai máy phát điện xoay chiều ba pha và động cơ không đồng bộ ba pha đều ***không có*** là bộ góp điện.

31.7. ***B***

Một động cơ hoạt động dưới tác dụng của dòng điện xoay chiều ba pha có tần số góc ω_0 được gọi là động cơ không đồng bộ là do rôto của động cơ quay với vận tốc góc ω thỏa: $\omega < \omega_0$.

31.8.
$$P = 3P_1 = 6120 \text{ W}$$

Trong đó: P = công suất của động cơ; P_1 = công suất mỗi pha của động cơ

Động cơ được đấu theo hình sao có $U_d = 240\sqrt{3}$ V $\Rightarrow U_p = 240$ V

$$P_1 = U_pI_p\cos\varphi = \frac{P}{3} = 2040 \text{ W}$$

Hệ số công suất của động cơ là: $\cos\varphi = \dfrac{P_1}{UI} = 0,85$

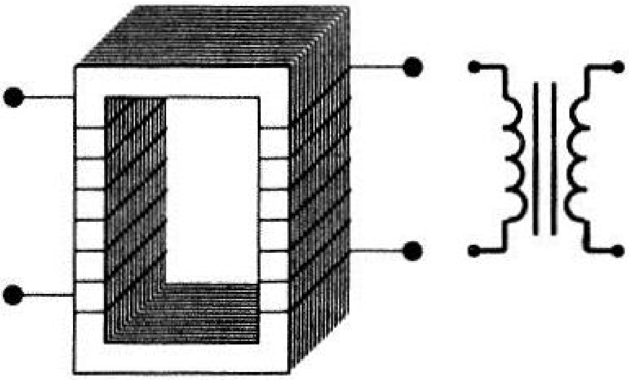
Đáp số: $\cos\varphi = 0,85$

Bài 32 – MÁY BIẾN ÁP – TRUYỀN TẢI ĐIỆN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Máy biến áp

a) Định nghĩa



Máy biến áp là thiết bị làm việc dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, dùng để tăng hoặc giảm điện áp xoay chiều mà không làm thay đổi tần số của nó.

b) Nguyên tắc cấu tạo gồm

- *Hai cuộn dây dẫn:* thường bằng đồng có điện trở nhỏ, quấn trên cùng một lõi thép có số vòng dây khác nhau:
  - ➢ Cuộn sơ cấp nối với mạch điện xoay chiều cần biến đổi điện áp, có số vòng dây N_1.
  - ➢ Cuộn thứ cấp nối với tải tiêu thụ, có số vòng dây N_2.
- *Lõi thép*: (Thép pha silíc) gồm nhiều lá thép mỏng ghép cách điện nhau.
- Tỉ số $k = \frac{N_1}{N_2}$ gọi là hệ số biến áp (Tỉ số biến áp)
- Nếu bỏ qua điện trở của dây quấn thì: $k = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2}$

  + Nếu $k < 1$: ta gọi máy biến áp là máy tăng áp.
  + Nếu $k > 1$: ta gọi máy biến áp là máy hạ áp.
- Nếu các hao phí điện năng trong máy biến áp không đáng kể thì:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2}$$

2. Truyền tải điện

- Công suất hao phí trên dây: $\Delta P = RI^2 = R\frac{P^2}{(U\cos\varphi)^2}$

- Có hai cách giảm công suất hao phí:

+ Cách thứ nhất: giảm điện trở R của đường dây.

+ Cách thứ hai: tăng điện áp ở nơi phát điện và giảm điện áp ở nơi tiêu thụ điện tới giá trị cần thiết. Cách này được áp dụng rộng rãi.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hiệu suất của máy biến áp trong thực tế có thể đạt tới 98 – 99%. Hãy viết biểu thức tính hiệu suất của máy biến áp và giải thích vì sao nó có thể đạt giá trị lớn.

Trả lời

Hiệu suất của máy biến áp: $H = \frac{P_2}{P_1}$ (%)

P_1 là công suất đưa vào ở mạch sơ cấp; P_2 công suất tiêu thụ ở mạch thứ cấp.

Nguyên nhân chủ yếu gây ra sự hao phí năng lượng trong máy biến áp là do:

- Hao phí năng lượng dưới dạng nhiệt năng tỏa ra ở các cuộn sơ cấp và thứ cấp của máy biến áp ⇒ có thể hạn chế bằng cách làm dây dẫn của cuộn sơ cấp và thứ cấp bằng các vật liệu có điện trở suất nhỏ. Ví dụ: đồng.
- Lõi sắt có từ trở và gây dòng Fu-cô ⇒ có thể hạn chế bằng cách làm lõi sắt của máy biến áp dùng các tấm sắt mỏng ghép cách điện.
- Có sự thất thoát năng lượng dưới dạng bức xạ sóng điện từ ⇒ có thể hạn chế bằng cách làm lõi sắt kín.

Tóm lại, trong máy biến áp, người ta có thể hạn chế để sự hao phí điện năng trong máy xuống rất nhỏ. Khi đó:

$$P_2 \approx P_1 \Rightarrow H = \frac{P_2}{P_1} (\%) \approx 98 - 99\%$$

C2. Đối với máy tăng áp, dây của cuộn thứ cấp nên dùng loại có đường kính to hay nhỏ hơn dây của cuộn sơ cấp ? Vì sao ?

Trả lời

Đối với máy tăng áp: $k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} < 1 \Rightarrow I_1 > I_2$

⇒ cường độ dòng điện chạy qua cuộn sơ cấp lớn hơn cường độ qua cuộn thứ cấp.

⇒ để cuộn sơ cấp ít bị nóng, người ta cần phải giảm điện trở của nó

⇒ tăng tiết diện S của dây. Do đó, cuộn sơ cấp có tiết diện dây lớn hơn cuộn thứ cấp.

Nói cách khác, đối với máy tăng áp, dây của cuộn thứ cấp nên dùng loại có đường kính nhỏ hơn dây của cuộn sơ cấp.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Nêu đặc điểm của sự biến đổi điện áp và cường độ dòng điện qua máy biến áp.

Trả lời

Nếu các hao phí điện năng trong máy biến áp không đáng kể thì: $\frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2}$

=> Máy biến áp làm tăng điện áp lên bao nhiêu lần thì làm giảm cường độ dòng điện đi bấy nhiêu lần và ngược lại.

2. Nêu các cách chủ yếu làm giảm điện năng hao phí:

a) Trong máy biến áp.

b) Trong truyền tải điện đi xa.

Trả lời

a) Trong máy biến áp:

- Hao phí năng lượng dưới dạng nhiệt năng tỏa ra ở các cuộn sơ cấp và thứ cấp của máy biến thế ⇒ các cuộn dây làm bằng vật liệu có điện trở suất nhỏ (Ví dụ: đồng).
- Lõi sắt có từ trở và gây dòng Phu-cô ⇒ lõi thường làm bằng các lá sắt hoặc thép pha silic, ghép cách điện với nhau để giảm hao phí điện năng do dòng Phu-cô.

b) Trong truyền tải điện năng đi xa:

Từ công thức ΔP là công suất tiêu hao trên đường dây tải điện:

$$\Delta P = R.\frac{P^2}{U^2} \text{ Với } R = \rho\frac{l}{S}$$

Biện pháp để giảm hao phí trên đường dây tải điện là:

- Giảm R, tức là có thể:
  - chọn dây có điện trở suất nhỏ.
  - giảm chiều dài dây truyền tải.
  - tăng tiết diện của dây truyền tải.
- Tăng điện áp trước khi truyền tải, tức là dùng máy tăng thế trước khi truyền tải và máy hạ thế ở nơi tiêu thụ.

▼

32.1 Một máy biến áp có cuộn thứ cấp mắc với một điện trở thuần, cuộn sơ cấp nối với nguồn điện xoay chiều. Điện trở của các cuộn dây và hao phí điện năng ở máy không đáng kể. Nếu tăng trị số của điện trở mắc với cuộn thứ cấp lên hai lần thì

A. Cường độ hiệu dụng của dòng điện chạy trong cuộn thứ cấp giảm hai lần, trong cuộn sơ cấp không đổi.

B. Điện áp hai đầu cuộn sơ cấp và thứ cấp đều tăng hai lần.

C. Suất điện động cảm ứng trong cuộn thứ cấp tăng hai lần, trong cuộn sơ cấp không đổi.

D. Công suất tiêu thụ điện ở mạch sơ cấp và thứ cấp đều giảm hai lần.

Hướng dẫn giải

Gọi suất điện động E_1; E_2, điện áp U_1, U_2 và cường độ I_1, I_2 lần lượt là các giá trị hiệu dụng của cuộn sơ cấp và thứ cấp trong máy biến áp.

Gọi P_1; P_2 lần lượt là công suất tiêu thụ điện của cuộn sơ cấp và thứ cấp.

Nếu các hao phí điện năng trong máy biến áp không đáng kể thì ta có được: $E_1 = U_1 = const \Rightarrow I_1 = const$

$$U_2 = E_2;\ \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = const \Rightarrow U_2 = const$$

$$\text{và } P_2 = P_1 = U_1I_1 = const$$

Vậy suất điện động E_1; E_2, điện áp U_1, U_2 và công suất tiêu thụ điện của hai cuộn đều không phụ thuộc tải tiêu thụ.

Cường độ dòng điện trong cuộn sơ cấp I_1 cũng không phụ thuộc tải tiêu thụ. Vì vậy dù tăng hay giảm R cũng không ảnh hưởng tới các đại lượng đó.

Nếu cuộn thứ cấp mắc với một điện trở thuần R thì:

$$U_2 = RI_2 = const \Rightarrow I_2 = \frac{U_2}{R}$$

Nếu tăng trị số của điện trở mắc với cuộn thứ cấp lên hai lần thì :

$$I_2' = \frac{U_2}{2R} = \frac{I_2}{2}$$

$\Rightarrow$ cường độ hiệu dụng của dòng điện chạy trong cuộn thứ cấp giảm hai lần, trong cuộn sơ cấp không đổi.

Đáp án: A

32.2. Chọn phát biểu **sai**.

Trong quá trình tải điện năng đi xa, công suất hao phí

A. Tỉ lệ với thời gian truyền điện.

B. Tỉ lệ với chiều dài đường dây tải điện.

C. Tỉ lệ nghịch với bình phương điện áp giữa hai đầu dây ở trạm phát điện.

D. Tỉ lệ với bình phương công suất truyền đi.

Hướng dẫn giải

Công suất hao phí trên dây: $\Delta P = RI^2 = R\dfrac{P^2}{(U\cos\varphi)^2} \Rightarrow$ câu sai là câu A.

Đáp án: A

32.3. Cuộn sơ cấp của một máy biến áp được nối với mạng điện có điện áp 380 V. Cuộn thứ cấp có dòng điện cường độ 1,5 A chạy qua và có điện áp ở hai đầu dây là 12 V. Biết số vòng dây của cuộn thứ cấp là 30. Tính số vòng dây của cuộn sơ cấp và cường độ dòng điện chạy qua nó. Bỏ qua hao phí điện năng trong máy.

Hướng dẫn giải

Bỏ qua hao phí điện năng trong máy nên: $\dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{I_2}{I_1} = \dfrac{N_1}{N_2}$

Số vòng dây của cuộn sơ cấp là:

$$N_1 = N_2.\frac{U_1}{U_2} = \frac{30.380}{12} = 950 \text{ vòng}$$

Cường độ dòng điện chạy qua cuộn sơ cấp là:

$$I_1 = I_2\frac{U_2}{U_1} = \frac{1,5.12}{380} = 0,047 \text{ A}$$

Đáp án: 950 vòng; 0,047 A

32.4. Điện năng ở một trạm phát điện được truyền đi dưới điện áp 2 kV và công suất 200 kW. Hiệu số chỉ của các công tơ điện ở trạm phát và ở nơi thu sau mỗi ngày đêm lệch nhau thêm 480 kWh.

a) Tính công suất điện hao phí trên đường dây tải điện.

b) Cần tăng điện áp ở trạm phát đến giá trị nào để điện năng hao phí trên đường dây chỉ bằng 2,5% điện năng truyền đi? Coi công suất truyền đi ở trạm phát điện không đổi.

Hướng dẫn giải

$U = 2$ kV; $P = 200$ kW; $\Delta Q = 480$ kWh, $t = 24$ h

a) Công suất điện hao phí trên đường dây tải điện là:

$$\Delta P = \frac{\Delta Q}{t} = \frac{480}{24} = 20 \text{ kW}$$

b) Để điện năng hao phí trên đường dây chỉ bằng 2,5% điện năng truyền đi tức là: $\Delta P' = 2,5\%P = 0,025P = 0,025\ .\ 200 = 5$ kW

Ta có: $\Delta P = R\frac{P^2}{U^2} = 20$ kW; $\Delta P' = R\frac{P^2}{U'^2} = 5$ kW

Cần tăng điện áp ở trạm phát đến giá trị: $U' = \sqrt{\frac{\Delta P}{\Delta P'}}.U = 2U = 4$ kV

Đáp số: a) 20 kW; b) 4 kV

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

32.5. Hiệu suất của máy biến thế:

A. là tỉ số giữa điện áp bên cuộn thứ cấp so với điện áp bên cuộn sơ cấp.

B. là tỉ số giữa cường độ dòng điện bên cuộn thứ cấp so với cường độ dòng điện cuộn sơ cấp.

C. là tỉ số giữa công suất bên cuộn thứ cấp so với công suất bên cuộn sơ cấp.

D. Cả A, B, C đều đúng.

32.6. Trên đường dây tải điện, nếu dùng máy biến thế để tăng điện áp ở hai đầu dây dẫn lên 100 lần và giảm điện trở đi bốn lần thì công suất hao phí vì tỏa nhiệt trên đường dây sẽ:

A. giảm đi 40 lần

B. tăng lên 40 lần

C. tăng lên 400 lần

B. giảm đi 400 lần

32.7. Điện năng được truyền tải từ một biến thế ở A ở nhà máy điện tới một hạ thế ở B ở nơi tiêu thụ bằng hai dây đồng có điện trở tổng cộng là 40 Ω. Cường độ dòng điện trên đường dây tải là I = 50 A. Công suất tiêu hao trên đường dây bằng 5% công suất tiêu thụ ở B. Công suất tiêu thụ ở B bằng:

A. 200 W B. 2 kW C. 200 kW D. 2 MW

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

32.5. *C*

Hiệu suất của máy biến thế là tỉ số giữa công suất bên cuộn thứ cấp so với công suất bên cuộn sơ cấp.

32.6. *D*

Từ công thức ΔP là công suất tiêu hao trên đường dây tải điện:

$$\Delta P = R.\frac{P^2}{U^2}$$

Nếu dùng máy biến thế để tăng điện áp ở hai đầu dây dẫn lên 10 lần và giảm điện trở của dây dẫn đi bốn lần thì công suất hao phí vì tỏa nhiệt trên đường dây sẽ: $\Delta P' = R'.\frac{P^2}{U'^2} = \frac{R}{4}\left(\frac{P}{10U}\right)^2 = \frac{\Delta P}{400}$

$\Rightarrow$ Công suất hao phí vì tỏa nhiệt trên đường dây giảm đi 400 lần.

32.7. *D*

Công suất tiêu hao trên đường dây bằng: $\Delta P = RI^2 = 10^5$ W

Công suất tiêu thụ ở B bằng: $P_B = 20.\ \Delta P = 2.10^6$ W = 2 MW.

CHƯƠNG VI – SÓNG ÁNH SÁNG

Bài 35 – TÁN SẮC ÁNH SÁNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Hiện tượng tán sắc ánh sáng

a) Hiện tượng tán sắc

Hiện tượng chùm ánh sáng trắng sau khi qua lăng kính, bị tách ra thành các chùm sáng có màu khác nhau gọi là hiện tượng tán sắc.

Chùm sáng màu đỏ lệch ít nhất, chùm sáng màu tím bị lệch nhiều nhất.

Dải màu từ đỏ đến tím được gọi là quang phổ của ánh sáng trắng.

b) Nguyên nhân

Sự tán sắc là do chiết suất của môi trường phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng tới $n = f(\lambda)$.

với $n_{đỏ} < n_{cam} < n_{vàng} < n_{lục} < n_{lam} < n_{chàm} < n_{tím}$

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

2. Ánh sáng đơn sắc - Ánh sáng trắng

a) Ánh sáng đơn sắc

Ánh sáng đơn sắc có màu xác định và không bị tán sắc mà chỉ bị lệch khi qua lăng kính.

b) Ánh sáng trắng

Ánh sáng trắng là hỗn hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc, có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím. Người ta còn gọi nó là ánh sáng phức tạp hay ánh sáng đa sắc.

3. Ứng dụng hiện tượng tán sắc ánh sáng

+ Ứng dụng trong máy quang phổ để phân tích chùm ánh sáng đa sắc thành các thành phần đơn sắc.
+ Nhiều hiện tượng quang học xảy ra trong khí quyển do hiện tượng tán sắc ánh sáng như cầu vồng.....

4. Chiết suất – Tốc độ và bước sóng

- *Tốc độ* truyền ánh sáng phụ thuộc vào môi trường truyền sóng.
  - Trong không khí tốc độ đó là $c = 3.10^8$ m/s
  - Trong môi trường có chiết suất n đối với ánh sáng đó, tốc độ

truyền sóng là: $v = \frac{c}{n} < c$

- *Bước sóng* của ánh sáng đơn sắc đó được tính bởi công thức:

  - Trong không khí:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

  - Trong môi trường có chiết suất n:

$$\lambda_n = \frac{v}{f} = \frac{\lambda}{n}$$

Vì chiết suất của một môi trường vật chất $n > 1 \Rightarrow \lambda_n < \lambda$

Chiết suất của thủy tinh biến thiên theo màu sắc của ánh sáng và tăng dần từ màu đỏ tới màu tím.

5. Công thức tán sắc với lăng kính

➤ *Tổng quát*

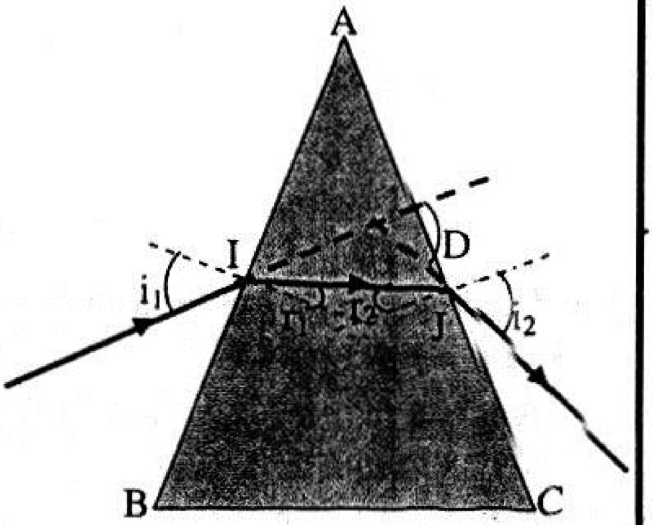
$$\sin i_{1j} = n_j \sin r_{1j}$$

$$\sin i_{2j} = n_j \sin r_{2j}$$

$$A = r_{1j} + r_{2j}$$

$$D_j = i_{1j} + i_{2j} - A$$

Chỉ số j biểu thị ứng với từng ánh sáng đơn sắc như: đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím ...



➤ *Đặc biệt*

- ***Điều kiện i_1, $A \le 10^0$***

$$i_{1j} = nr_{1j} \qquad i_{2j} = nr_{2j}$$

$$A = r_{1j} + r_{2j}\,; \qquad D_j = (n_j - 1)A$$

- ***Điều kiện góc lệch cực tiểu D_{min}:***

$$i_{1j} = i_{2j} = i_j\ ;\ r_{1j} = r_{2j} = r_j = \frac{A}{2}$$

$$D_{jmin} = 2i_j - A$$

$$\sin\frac{D_{jmin} + A}{2} = n_j \sin\frac{A}{2}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Trên hình 35.1SGK, so sánh hai hình ảnh nhìn thấy trên màn E trước khi đặt lăng kính P_1 và sau khi đặt lăng kính P_1 xen giữa F và E.

Trả lời

Trên hình 35.1SGK:

- Trước khi đặt lăng kính vào giữa E và F thì trên màn E ta có vệt sáng trắng.
- Sau khi đặt lăng kính vào giữa E và F thì trên màn E ta thu được quang phổ của nguồn sáng trắng tức các dãy màu từ đỏ đến tím.

C2. Có thể dựa vào công thức đơn giản nào về lăng kính để thấy rõ góc lệch D của tia sáng truyền qua lăng kính phụ thuộc vào chiết suất n của lăng kính.

Trả lời

Trường hợp lăng kính có góc chiết quang A nhỏ thì $D = (n - 1)A$, từ công thức ta thấy n càng lớn thì góc lệch D càng lớn ⇒ góc lệch D của tia sáng truyền qua lăng kính phụ thuộc vào chiết suất n của lăng kính.

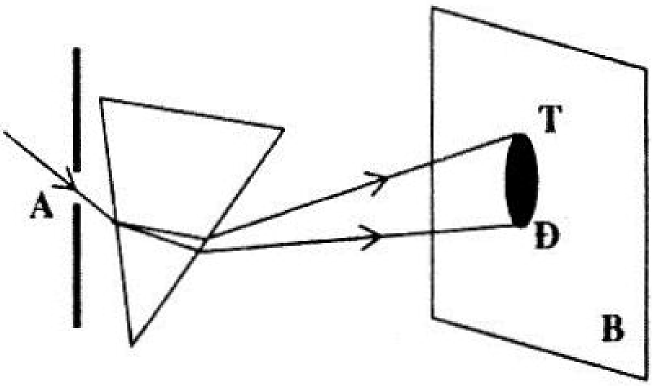
C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Nêu vắn tắt thí nghiệm về sự tán sắc ánh sáng.

Trả lời

- Dùng một màn chắn trên có khoét một khe hẹp A để tách một chùm ánh sáng Mặt Trời (ánh sáng Mặt Trời là ánh sáng trắng) có dạng một dải hẹp. Cho chùm sáng trắng này chiếu vào một lăng kính có cạnh song song với A. Sau lăng kính đặt một màn ảnh B hứng chùm tia ló như hình 35.1.



Hình 35.1

- Kết quả: *Trên màn ảnh ta thu được một dải màu như ở cầu vồng từ đỏ đến tím. Các tia màu đỏ bị lệch ít nhất. Các tia màu tím bị lệch nhiều nhất.*

2. Ánh sáng đơn sắc là gì? Thế nào là ánh sáng trắng?

Trả lời

- Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi qua lăng kính. Mỗi ánh sáng đơn sắc có một màu sắc xác định gọi là màu đơn sắc.

  Một chùm ánh sáng đơn sắc khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác, các yếu tố không bị thay đổi: tần số và màu sắc.
- Ánh sáng trắng là hỗn hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc có màu sắc biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

4. Giải thích sự tán sắc ánh sáng.

Trả lời

Sự tán sắc ánh sáng là do chiết suất của một môi trường trong suốt đối với các ánh sáng đơn sắc có màu sắc khác nhau là khác nhau. Chùm ánh sáng trắng chứa nhiều thành phần đơn sắc đến mặt lăng kính dưới cùng một góc tới, nhưng do chiết suất của lăng kính đối với các tia đơn sắc khác nhau là khác nhau nên bị khúc xạ dưới các góc khúc xạ khác nhau. Kết quả, sau khi qua lăng kính, chúng bị tách ra thành nhiều chùm ánh sáng có màu sắc khác nhau ⇒ tán sắc ánh sáng.

▼

35.1. Hiện tượng tán sắc xảy ra

A. chỉ với lăng kính thủy tinh.

B. chỉ với các lăng kính chất rắn hoặc chất lỏng.

C. ở mặt phân cách hai môi trường chiết quang khác nhau.

D. ở mặt phân cách một môi trường rắn hoặc lỏng, với chân không (hoặc không khí).

Hướng dẫn giải

Hiện tượng tán sắc xảy ra ở mặt phân cách hai môi trường chiết quang khác nhau.

Đáp án: C

35.2. Một chùm ánh sáng đơn sắc, sau khi qua một lăng kính thủy tinh, thì

A. không bị lệch và không đổi màu. B. chỉ đổi màu mà không bị lệch.

C. chỉ bị lệch mà không đổi màu. D. vừa bị lệch, vừa bị đổi màu.

Hướng dẫn giải

Một chùm ánh sáng đơn sắc, sau khi qua một lăng kính thủy tinh, thì chỉ bị lệch mà không đổi màu.

Đáp án: C

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

35.3. Hiện tượng tán sắc ánh sáng chứng tỏ:

A. mỗi ánh sáng đơn sắc có một bước sóng xác định trong chân không.

B. ánh sáng trắng là tổng hợp của vô số ánh sáng đơn sắc có bước sóng biến thiên liên tục và có màu từ đỏ đến tím.

C. chiết suất của môi trường có giá trị càng lớn đối với ánh sáng có bước sóng càng lớn.

D. chiết suất của môi trường với ánh sáng đơn sắc có giá trị càng lớn thì vận tốc truyền của nó trong môi trường đó càng lớn.

35.4. Trong chân không các tia đơn sắc khác nhau sẽ có:

A. vận tốc khác nhau. B. chiết suất khác nhau.

C. tần số khác nhau. D. Cả A, B, C đều đúng.

35.5. Nguyên nhân tán sắc của chùm ánh sáng trắng khi qua một lăng kính là do:

A. chiết suất của một môi trường trong suốt đối với các ánh sáng đơn sắc khác nhau là khác nhau.

B. sự đổi màu của các ánh sáng đơn sắc khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác.

C. cường độ của các ánh sáng đơn sắc bị thay đổi khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác.

D. tần số của ánh sáng đơn sắc bị thay đổi khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác.

35.6. Một ánh sáng đơn sắc có bước sóng của nó trong không khí là 600 nm và trong một chất lỏng trong suốt là 500 nm. Chiết suất của chất lỏng đối với ánh sáng đó là:

A. $\frac{5}{6}$ B. 0,8

C. 1,2 D. không xác định được.

35.7. Chiếu một chùm tia sáng đỏ hẹp coi như một tia sáng vào mặt bên của một lăng kính có tiết diện thẳng là tam giác cân ABC có góc chiết quang $A = 8^0$ theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang tại một điểm tới rất gần A. Biết chiết suất của lăng kính đối với tia đỏ là $n_đ = 1,5$. Góc ló của tia đỏ là:

A. 8^0 B. 4^0 C. 2^0 D. 12^0

35.8. Cho chùm sáng trắng hẹp coi như một tia sáng rọi vào mặt trước của một bản mặt song song bằng thủy tinh khá dày. Ở mặt sau đặt một màn ảnh song song với mặt bản để hứng vệt sáng ló ra, thì vệt sáng hứng được trên màn:

A. có màu trắng.

B. có đủ bảy màu cầu vồng.

C. có màu trắng nhưng có viền màu ở mép.

D. có đủ bảy màu cầu vồng nếu ánh sáng xiên góc với mặt bản và có màu trắng nếu tia sáng vuông góc với mặt bản.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

35.3. ***B***

Hiện tượng tán sắc ánh sáng chứng tỏ ánh sáng trắng là tổng hợp của vô số ánh sáng đơn sắc có bước sóng biến thiên liên tục và có màu từ đỏ đến tím.

35.4. ***C***

Trong chân không các tia đơn sắc khác nhau có:

Vận tốc : $v = c = 3.10^8$ m/s; Chiết suất : $n = 1$; Tần số khác nhau.

35.5. *A*

Nguyên nhân tán sắc của chùm ánh sáng trắng khi qua một lăng kính là do chiết suất của một môi trường trong suốt đối với các ánh sáng đơn sắc khác nhau là khác nhau.

35.6. *C*

$$n = \frac{\lambda_0}{\lambda_n} = 1,2$$

35.7. *A*

Chùm tia sáng tới có phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang $\Rightarrow i_{1đ} = \frac{A}{2} = 4^0 \Rightarrow r_{1đ} = \frac{i_{1đ}}{n_đ} = 2,67^0$

$$\Rightarrow r_{2đ} = A - r_{1đ} = 5,33^0 \Rightarrow i_{2đ} = n_đ r_{2đ} = 8^0$$

35.8. *D*

Cho chùm sáng trắng hẹp coi như một tia sáng rọi vào mặt trước của một bản mặt song song, khi đó tia sáng sẽ bị tán sắc nếu chiếu xiên góc với mặt bản và sẽ truyền thẳng không tán sắc nếu chiếu vuông góc với mặt bản. Nếu bản khá dày thì các tia đơn sắc sẽ tách đủ các màu cầu vồng.

Do đó, vệt sáng hứng được trên màn có đủ bảy màu cầu vồng nếu ánh sáng xiên góc với mặt bản và có màu trắng nếu tia sáng vuông góc với mặt bản.

Bài 36 – NHIỄU XẠ ÁNH SÁNG – GIAO THOA ÁNH SÁNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Nhiễu xạ ánh sáng

a) Định nghĩa nhiễu xạ ánh sáng

Nhiễu xạ ánh sáng là hiện tượng ánh sáng không tuân theo định luật truyền thẳng, quan sát được khi ánh sáng truyền qua lỗ nhỏ hoặc gần mép những vật trong suốt hoặc không trong suốt.

b) Giải thích hiện tượng nhiễu xạ

- Ánh sáng có tính sóng có bước sóng $\lambda = \frac{c}{f}$ với c là tốc độ ánh sáng trong chân không. Trong môi trường có chiết suất n, tốc độ ánh sáng là v với $v = \frac{c}{n}$, bước sóng ánh sáng $\lambda = \frac{c}{nf} = \frac{v}{f}$
- Lỗ nhỏ hoặc khe hẹp khi bị chiếu sáng trở thành nguồn thứ cấp.

2. Giao thoa ánh sáng

a) Định nghĩa giao thoa ánh sáng

- Khi có sự chồng lên nhau của hai hay nhiều sóng kết hợp ta có hiện tượng giao thoa, bao gồm hệ vân sáng tối xen kẽ nhau.
- Hai nguồn kết hợp là hai nguồn có cùng tần số, có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

b) Kết luận về bản chất ánh sáng

Hiện tượng giao thoa ánh sáng là một bằng chứng thực nghiệm quan trọng khẳng định ánh sáng có tính chất sóng.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. So sánh hình ảnh vân giao thoa quan sát được trong thí nghiệm ở Hình 36.3SGK với hình ảnh giao thoa của sóng cơ mà em đã biết.

Trả lời

Trong giao thoa ánh sáng các vân sáng tương ứng các điểm dao động với biên độ cực đại và các vân tối trong giao thoa ánh sáng tương ứng với các điểm biên độ cực tiểu trong giao thoa gây bởi sóng cơ.

C2. Trong thí nghiệm hình 36.3SGK, độ lệch pha của hai nguồn S_1 và S_2 bằng bao nhiêu?

Trả lời

Trong thí nghiệm khe I-âng trên hình 36.3SGK, nguồn sáng S cách đều S_1 và S_2 do đó ánh sáng từ S_1 và S_2 nhận được từ S là đồng thời, nên hai nguồn S_1 và S_2 là cùng pha, hay nói cách khác độ lệch pha bằng không.

C3. Trong thí nghiệm khe I-âng, thay cho việc rạch hai khe S_1 và S_2, người ta dùi hai lỗ tròn S_1 và S_2 thì bạn sẽ quan sát thấy gì?

Trả lời

Vẫn quan sát thấy được hiện tượng giao thoa, chỉ có khác các vân sáng, tối trở thành các vòng tròn sáng, tối.

C4. Khi chắn một trong hai khe S_1 hoặc S_2 đi thì quan sát thấy hiện tượng gì trên màn E ?

Trả lời

Nếu chắn một trong hai khe S_1 hoặc S_2 đi thì hiện tượng giao thoa cũng biến mất. Nếu kích thước các khe lớn thì trên màn có một vệt sáng trắng. Nếu kích thước khe nhỏ, trên màn có hiện tượng nhiễu xạ, cũng tạo thành vân sáng tối nhưng với cường độ vân sáng giảm rất nhanh khi càng ra xa vân sáng trung tâm.

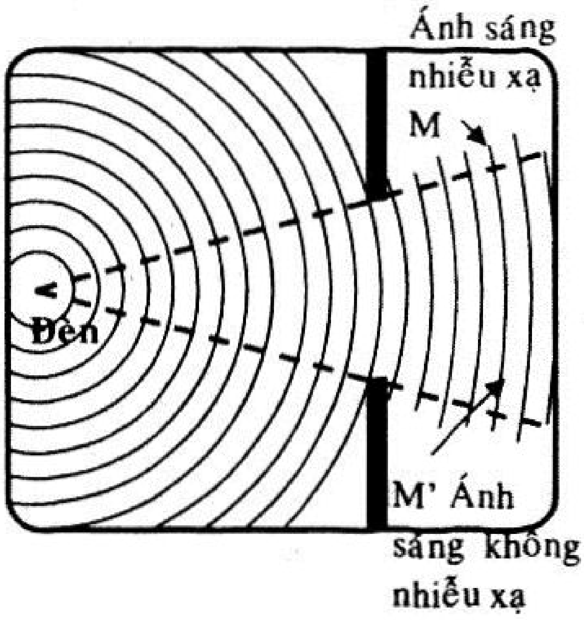
C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

1. Thế nào là hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng? Nêu ví dụ.

Trả lời

Nhiễu xạ ánh sáng là hiện tượng ánh sáng không tuân theo định luật truyền thẳng, quan sát được khi ánh sáng truyền qua lỗ nhỏ hoặc gần mép những vật trong suốt hoặc không trong suốt.

Ví dụ: Chiếu ánh sáng từ một đèn tròn qua một lỗ nhỏ của một bức tường vào một phòng tối như hình 36.1. Trong phòng, ta quan sát được ánh sáng nhiễu xạ.

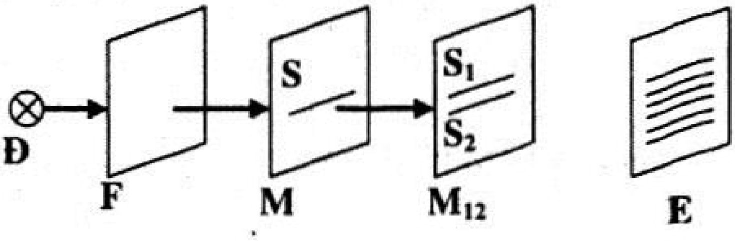


Hình 36.1. Ánh sáng nhiễu xạ qua một khe

2. Trình bày vắn tắt thí nghiệm về sự giao thoa ánh sáng.

Trả lời

- *Trường hợp ánh sáng đơn sắc:* bố trí thí nghiệm như hình 36.2.
  + Ánh sáng từ đèn Đ phát ra ánh sáng trắng, cho qua kính lọc F rồi chiếu vào một khe hẹp S trên màn chắn M biến S thành nguồn sáng đơn sắc.
  + Chùm sáng sau khi qua S được chiếu vào hai khe hẹp S_1, S_2 trên màn M_{12}, nằm song song nhau và song song với S.
  + Đặt sau màn M_{12} một màn E, ta thấy một vùng sáng hẹp trên E xuất hiện các vạch sáng tối xen kẽ cách đều, màu sáng là màu của ánh sáng đơn sắc đó. Hiện tượng này gọi là hiện tượng giao thoa ánh sáng.



Hình 36.2

- *Trường hợp ánh sáng trắng:* Nếu bỏ kính lọc F, ta thấy có một vạch sáng trắng ở chính giữa, hai bên có những dải màu cầu vồng, tím ở trong, đỏ ở ngoài.

3. Giải thích kết quả thí nghiệm về sự giao thoa ánh sáng và rút ra kết luận về bản chất ánh sáng.

Trả lời

- *Giải thích*

  Vị trí vân sáng trên màn là vị trí sóng từ hai khe S_1, S_2 tới cùng pha nhau, nên tăng cường nhau.

  Vị trí vân tối trên màn là vị trí sóng từ hai khe S_1, S_2 tới ngược pha nhau, nên triệt tiêu nhau.

- *Kết luận*

  Hiện tượng giao thoa ánh sáng là một bằng chứng thực nghiệm quan trọng khẳng định ánh sáng có tính chất sóng.

▼

36.1. Để hai sóng cùng tần số giao thoa được với nhau, thì chúng phải có điều kiện nào sau đây?

A. Cùng biên độ và cùng pha.
B. Cùng biên độ và ngược pha.
C. Cùng biên độ và hiệu số pha không đổi theo thời gian.
D. Hiệu số pha không đổi theo thời gian.

Hướng dẫn giải

Để hai sóng cùng tần số giao thoa được với nhau, thì chúng phải có điều kiện là hiệu số pha không đổi theo thời gian.

Đáp án: D

36.2. Hai sóng có cùng tần số và cùng phương truyền được gọi là sóng kết hợp, nếu có:

A. Cùng biên độ và cùng pha.
B. Cùng biên độ và hiệu số pha không đổi theo thời gian.
C. Hiệu pha không đổi theo thời gian.
D. Hiệu pha và hiệu biên độ không đổi theo thời gian.

Hướng dẫn giải

Hai sóng có cùng tần số và cùng phương truyền, được gọi là sóng kết hợp, nếu có hiệu pha không đổi theo thời gian.

Đáp án: C

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

36.3. Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc, vân tối trên màn là ...

A. tập hợp các điểm có hiệu khoảng cách đến hai nguồn bằng một số nguyên lần bước sóng.
B. tập hợp các điểm có hiệu khoảng cách đến hai nguồn bằng một số lẻ lần nửa bước sóng.

C. tập hợp các điểm có hiệu quang trình (quang lộ) đến hai nguồn bằng một số nguyên lần bước sóng.

D. tập hợp các điểm có hiệu quang trình (quang lộ) đến hai nguồn bằng một số lẻ lần nửa bước sóng.

36.4. Trong thí nghiệm Iâng, nếu xét trên một vân sáng cùng bậc thì ánh sáng bị lệch nhiều nhất là:

A. ánh sáng đỏ.

B. ánh sáng xanh.

C. ánh sáng tím.

D. tùy thuộc vào khoảng cách giữa hai khe.

36.5. Hiện tượng giao thoa ánh sáng có ứng dụng trong việc:

A. kiểm tra vết nứt trên bề mặt kim loại. B. đo độ sâu của biển.

C. đo chính xác bước sóng của ánh sáng. D. siêu âm trong y học.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

36.3. ***D***

Gọi d_1; d_2 = khoảng cách từ hai nguồn kết hợp tới vị trí vân tối.

ℓ_1; ℓ_2 = quang trình từ hai nguồn kết hợp tới vị trí vân tối.

n = chiết suất của môi trường.

$$\Rightarrow \ell_1 = nd_1 \; ; \; \ell_2 = nd_2$$

$$\ell_2 - \ell_1 = n(d_2 - d_1) = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \text{; Với } k \in Z$$

⇒ vân tối trên màn là tập hợp các điểm có hiệu quang trình (quang lộ) đến hai nguồn bằng một số lẻ lần nửa bước sóng.

36.4. ***A***

Trong thí nghiệm I-âng, nếu xét trên một vân sáng cùng bậc thì ánh sáng bị lệch nhiều nhất là ánh sáng đỏ.

36.5. ***C***

Hiện tượng giao thoa ánh sáng có ứng dụng trong việc đo chính xác bước sóng của ánh sáng.

Bài 37 – KHOẢNG VÂN
BƯỚC SÓNG MÀU SẮC ÁNH SÁNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

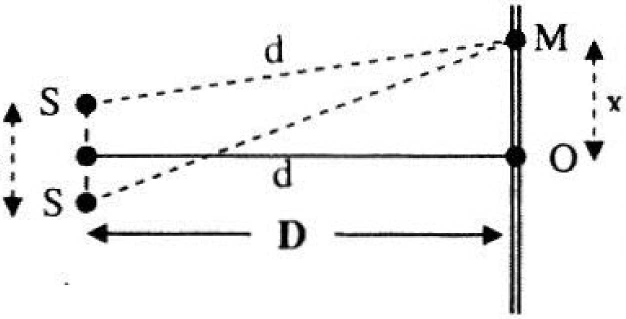
1. Công thức giao thoa ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ

- Bằng hình học ta có hiệu quang trình (hiệu quang lộ)

$$d_1 - d_2 = \frac{ax}{D}$$

- Điều kiện để M là vị trí vân sáng

$d_1 - d_2 = k\lambda$; $k \in Z$



a) Vị trí vân sáng

$$x_S^k = \frac{k\lambda D}{a}$$

$k = 0; \pm 1; \pm 2...$

- $k = 0$: $x_S^0 = 0$: vị trí vân sáng trung tâm
- $k = 1$: $x_S^1 = \frac{\lambda D}{a}$: vị trí vân sáng bậc nhất, ...

- Điều kiện để M là vị trí vân tối

$$d_1 - d_2 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \;;\; k \in Z$$

b) Vị trí vân tối

$$x_T^k = \frac{(2k+1)\lambda D}{2a}$$

- $k = 0$: $x_T^0 = \frac{\lambda D}{2a}$: vân tối thứ nhất
- $k = 1$: $x_T^1 = \frac{3\lambda D}{2a}$: vân tối thứ hai

c) Khoảng vân

Khoảng vân là khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp hay hai vân tối liên tiếp.

$$i = x_S^{k+1} - x_S^k = x_T^{k+1} - x_T^k = \frac{\lambda D}{a}$$

d) Số vân sáng – vân tối trong miền giao thoa bề rộng L

Lập tỉ số: $n = \frac{L}{2i}$; Gọi N_{max} = phần nguyên của n

⇒ Số vân sáng: $N_S = 2N_{max} + 1$

$\Rightarrow$ Số vân tối:

* Nếu phần thập phân của $n < 0{,}5$ thì: $N_T = 2N_{max}$

* Nếu phần thập phân của $n \geq 0{,}5$ thì: $N_T = 2(N_{max} + 1)$

2. *Công thức giao thoa ánh sáng trắng*

Ánh sáng trắng có bước sóng (trong chân không) biến thiên liên tục trong khoảng: $0{,}38\ \mu m \leq \lambda_j \leq 0{,}76\ \mu m$

a) *Vị trí vân sáng*

$$x_s^{kj} = \frac{k_j\lambda_j D}{a}\ ;\ k_j = 0\ ;\ \pm 1\ ;\ \pm 2...$$

- $k_j = 0$: $x_S^0 = 0$: vị trí vân sáng trắng trung tâm
- $k_j = 1$: $x_S^1 = \dfrac{\lambda D}{a}$: vị trí vân sáng bậc nhất của ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_j, ...

b) *Vị trí vân tối*

$$x_T^{kj} = \frac{(2k_j + 1)\lambda_j D}{2a}$$

- $k_j = 0$: $x_T^0 = \dfrac{\lambda_j D}{2a}$: vân tối thứ nhất của ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_j.
- $k = 1$: $x_T^1 = \dfrac{3\lambda D}{2a}$: vân tối thứ hai của ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_j.

c) *Khoảng vân*

$$i_j = x_S^{kj+1} - x^{kj}_S = x_T^{kj+1} - x_T^{kj} = \frac{\lambda_j D}{a}$$

d) *Độ rộng quang phổ bậc I*

$$\Delta x_1 = x_S^{đỏ 1} - x_S^{tím 1} = i_{đỏ} - i_{tím} = \frac{(\lambda_đ - \lambda_t)D}{a}$$

e) *Độ rộng quang phổ bậc II*

$$\Delta x_2 = 2\Delta x_1$$

3. *Ứng dụng giao thoa ánh sáng*

Đo bước sóng của ánh sáng theo công thức: $\lambda = \dfrac{ai}{D}$

Từ công thức $i = \dfrac{\lambda D}{a}$, người ta xác định (đo) i, với D và a biết trước, suy ra λ.

4. Bước sóng và màu sắc ánh sáng

Mỗi ánh sáng đơn sắc có bước sóng xác định.

Mọi ánh sáng đơn sắc ta nhìn thấy có bước sóng $0,38\mu m < \lambda < 0,76\mu m$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Trong trường hợp giao thoa sóng cơ, muốn cho tại điểm M có vân giao thoa cực đại hoặc cực tiểu thì hiệu đường đi $|d_2 - d_1|$ phải thỏa điều gì ?

Trả lời

- Trong trường hợp sóng cơ để M có vân giao thoa cực đại thì:

$$|d_2 - d_1| = k\lambda$$

- Trong trường hợp sóng cơ để M có vân giao thoa cực tiểu thì:

$$|d_2 - d_1| = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

C2. Tính khoảng vân và vị trí vân sáng bậc 1 và bậc 2 đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím. Nêu nhận xét.

Trả lời

- *Đối với ánh sáng đỏ:*

$$i_d = \frac{\lambda_d D}{a}; \quad x_1^d = 1\frac{\lambda_d D}{a}; \quad x_2^d = 2\frac{\lambda_d D}{a}$$

- *Đối với ánh sáng tím:*

$$i_t = \frac{\lambda_t D}{a}; \quad x_1^t = 1\frac{\lambda_t D}{a}; \quad x_2^t = 2\frac{\lambda_t D}{a}$$

- *Nhận xét:*
  - Vị trí vân sáng bậc k có thể tính theo khoảng vân i: $x_k = k\frac{\lambda D}{a}$
  - Với cùng bậc k thì vị trí vân sáng đỏ xa vân sáng trung tâm hơn vân sáng tím.

C3. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, khi bỏ kính lọc sắc Tức là dùng ánh sáng trắng), ta thấy có một vạch sáng trắng ở chính giữa, hai bên có những dải màu như cầu vồng, tím ở trong, đỏ ở ngoài (xem hình 37.2SGK). Hãy giải thích.

Trả lời

Ánh sáng trắng có bước sóng (trong chân không) biến thiên liên tục trong khoảng: $0,38\ \mu m \le \lambda_j \le 0,76\ \mu m$. Vị trí vân sáng được xác định bởi công thức:

$$x_s^{kj} = \frac{k_j\lambda_j D}{a}; \ k_j = 0; \pm 1; \pm 2...$$

Trong đó: $\lambda_đ = 0,76\ \mu > \lambda_V > \lambda c ... > \lambda_{tím} = 0,38\ \mu m$

- Khi $k_j = 0$: tất cả các vân sáng bậc $k = 0$ của các màu từ đỏ đến tím đều có $x_S^0 = 0 \Rightarrow$ đều nằm trùng tại tâm O $\Rightarrow$ cho vân sáng trắng trung tâm.
- Khi $k_j = \pm 1 ; \pm 2 ...$: $x_s^{kj} = \dfrac{k_j \lambda_j D}{a}$: vị trí vân sáng cùng bậc k của ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_j khác nhau sẽ có $x_s^{kđ} > x_s^{kv} > ... > x_s^{kt} \Rightarrow$ các vân sáng đơn sắc sẽ tách nằm ở các vị trí khác nhau $\Rightarrow$ hai bên vân sáng trắng trung tâm có những dải màu như cầu vồng, tím ở trong, đỏ ở ngoài.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Thiết lập công thức tính khoảng vân.

Trả lời

- Vị trí vân sáng: $x_s^{kj} = \dfrac{k_j \lambda_j D}{a}$; $k_j = 0 ; \pm 1 ; \pm 2 ...$
- Vị trí vân tối: $x_T^{kj} = \dfrac{(2k_j + 1)\lambda_j D}{2a}$
- Khoảng vân: $i_j = x_S^{kj+1} - x^{kj}_S = x_T^{kj+1} - x_T^{kj} = \dfrac{\lambda_j D}{a}$

2. Trình bày phương pháp giao thoa để đo bước sóng ánh sáng.

Trả lời

Từ công thức $i = \dfrac{\lambda D}{a}$, người ta xác định (đo) i với D và a biết trước, suy ra λ theo công thức: $\lambda = \dfrac{ai}{D}$.

3. Nêu mối quan hệ giữa bước sóng ánh sáng và màu sắc ánh sáng.

Trả lời

Mỗi ánh sáng đơn sắc có bước sóng xác định.

Mọi ánh sáng đơn sắc ta nhìn thấy có bước sóng: $0,38\ \mu m \le \lambda_j \le 0,76\ \mu m$.

▼

37.1. Để hai sóng ánh sáng kết hợp, có bước sóng λ tăng cường lẫn nhau khi giao thoa với nhau, thì hiệu đường đi của chúng phải:

A. bằng 0.

B. bằng $k\lambda$ (với $k = 0, \pm 1, \pm 2, ..$).

C. bằng $\left(k - \dfrac{1}{2}\right)\lambda$ (với $k = 0, \pm 1, \pm 2, ..$).

D. bằng $\left(k\lambda + \dfrac{\lambda}{4}\right)$ (với $k = 0, 1, 2, ..$).

Hướng dẫn giải

Để hai sóng ánh sáng kết hợp, có bước sóng λ tăng cường lẫn nhau khi giao thoa với nhau, thì hiệu đường đi của chúng phải:

$$d_2 - d_1 = k\lambda$$

Đáp án: B

37.2. Khoảng cách *i* giữa hai vân sáng, hoặc hai vân tối liên tiếp trong hệ vân giao thoa, ở thí nghiệm hai khe I-âng, được tính theo công thức nào sau đây?

A. $i = \frac{\lambda a}{D}$ B. $i = \frac{\lambda D}{a}$ C. $i = \frac{aD}{\lambda}$ D. $i = \frac{\lambda}{aD}$

Hướng dẫn giải

Khoảng cách *i* giữa hai vân sáng, hoặc hai vân tối liên tiếp trong hệ vân giao thoa, ở thí nghiệm hai khe I-âng, được tính theo công thức : $i = \frac{\lambda D}{a}$.

Đáp án: B

37.3. Sự phụ thuộc của chiết suất vào bước sóng

A. xảy ra với mọi chất rắn, lỏng, hoặc khí.

B. chỉ xảy ra với chất rắn và chất lỏng.

C. chỉ xảy ra với chất rắn.

D. là hiện tượng đặc trưng của thủy tinh.

Hướng dẫn giải

Sự phụ thuộc của chiết suất vào bước sóng chỉ xảy ra với chất rắn, chất lỏng và chất khí (trừ không khí). Đối với không khí, chiết suất này đối với mọi bước sóng đều bằng 1.

Đáp án: A

37.4. Trong thí nghiệm về giao thoa áng sáng, trên màn ảnh người ta đo được khoảng cách từ vân sáng thứ tư đến vân sáng thứ 10 ở cùng một bên của vân sáng trung tâm là 2,4 mm. Cho biết khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, và màn ảnh cách hai khe 1 m.

a) Tính bước sóng ánh sáng. Ánh sáng đó có màu gì?

b) Nếu dùng ánh sáng đỏ có bước sóng 0,70 μm thì khoảng cách từ vân sáng thứ 4 đến vân sáng thứ 10 ở cùng một bên vân sáng trung tâm là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

a) Theo đề bài ta có: $6i = 2{,}4\ \text{mm} \Rightarrow i = 0{,}4\ \text{mm}$

$$i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ia}{D} = \frac{0{,}4.1}{1000} = 0{,}4.10^{-3}\ \text{mm} = 0{,}4\mu\text{m}$$

$\Rightarrow$ Đây là ánh sáng tím.

b) Nếu dùng ánh sáng đỏ có $\lambda = 0{,}7\mu\text{m}$

$$i_đ = \frac{\lambda_đ D}{a} = \frac{0,7.10^{-3}.1000}{1} = 0,7\text{mm}$$

Do đó từ vân sáng thứ 4 đến vân sáng thứ 10 ở cùng một bên vân sáng trung tâm cách nhau một khoảng:

$$6i_đ = 6\ .\ 0,7 = 4,2\text{ mm}$$

Đáp số: a) 0,4μm; màu tím; b) 4,2 mm

37.5. Hai khe I-âng cách nhau 3 mm được chiếu sáng bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,60 μm. Các vân giao thoa được hứng trên màn cách hai khe 2 m. Hãy xác định tính chất của vân giao thoa tại điểm M cách vân sáng trung tâm 1,2 mm và tại điểm N cách vân sáng trung tâm 1,8 mm.

Hướng dẫn giải

Theo đề bài ta có khoảng vân: $i_đ = \frac{\lambda_đ D}{a} = \frac{0,6.10^{-3}.2000}{3} = 0,4\text{mm}$

Tại M ta có: $\frac{x_M}{i} = \frac{1,2}{0,4} = 3 \Rightarrow k = 3$, vậy tại M vân sáng bậc 3.

Tại N ta có $\frac{x_N}{i} = \frac{1,8}{0,4} = 4,5 \Rightarrow k = 4$, vậy tại N vân tối thứ 5.

Đáp số: M là vân sáng bậc 3; N là vân tối thứ 5

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

37.6. Công thức tính bước sóng của ánh sáng tới trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Iâng (Young) khi đặt thí nghiệm trong chất lỏng có chiết suất n là:

A. $\lambda = \frac{aD}{ni}$ B. $\lambda = \frac{niD}{a}$ C. $\lambda = \frac{nia}{D}$ D. $\lambda = \frac{ai}{nD}$

Trong đó:

a = khoảng cách giữa hai khe Iâng.

D = khoảng cách từ mặt phẳng hai khe tới màn ảnh.

λ = bước sóng của ánh sáng.

37.7. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Iâng được đặt trong nước có chiết suất n $= \frac{4}{3}$. Khoảng cách hai khe S_1S_2 là 0,45 mm, khoảng cách từ S_1S_2 đến màn là 2 m, bước sóng ánh sáng là 0,6 μm. Khoảng cách giữa một vân sáng – vân tối liên tiếp trên màn là:

A. 0,5 mm B. 1 mm C. $\frac{5}{3}$ mm D. 2 mm

37.8. Một nguồn sáng đơn sắc S phát ra một bước xạ đơn sắc có bước sóng λ bằng 0,6 μm trong thí nghiệm I-âng. Hai khe cách nhau a = 3 mm, màn cách hai khe 2 m. Thí nghiệm được đặt trong nước có chiết suất n = $\frac{4}{3}$. Miền vân giao thoa trên màn có bề rộng 4,5 mm. Số vân sáng quan sát được trên màn (kể cả hai biên của miền giao thoa nếu có) là:

A. 14　　B. 15　　C. 16　　D. 17

37.9. Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, biết D = 2 m; a = 2 mm. Hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng (có bước sóng từ 0,4 μm đến 0,75 μm). Tại điểm M trên màn quan sát cách vân trắng chính giữa 3,3 mm có bao nhiêu bức xạ cho vân sáng tại đó?

A. 4　　B. 6　　C. 5　　D. 3

37.10. Thực hiện giao thoa ánh sáng với khe I-âng, $S_1S_2 = a = 0,5$ mm. Khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn là D = 2 m. Bước sóng ánh sáng là $\lambda = 5.10^{-4}$mm.

a) Hỏi các điểm M và N lần lượt cách vân sáng trung tâm 7 mm và 10 mm là những vân gì? vân thứ mấy?

b) Biết bề rộng giao thoa của trường là 2,7 cm. Tìm số vân sáng và vân tối trên màn.

c) Tìm khoảng cánh từ vân trung tâm đến vân sáng thứ tư và vân tối thứ sáu.

d) Nếu thực hiện giao thoa trong nước có chiết suất $n = \frac{4}{3}$. Tính khoảng vân trong trường hợp này.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

37.6. ***C***

Công thức tính bước sóng của ánh sáng tới trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe I-âng (Young) khi đặt thí nghiệm trong chất lỏng có chiết suất n là:

$$\lambda = \frac{nia}{D}$$

37.7. ***B***

Khoảng vân: $$i = \frac{\lambda D}{na} = \frac{0,6.10^{-6}.2}{\frac{4}{3}.0,45.10^{-3}} = 2.10^{-3}\text{m} = 2\,\text{mm}$$

Khoảng cách giữa một vân sáng – vân tối liên tiếp trên màn là:

$$\frac{i}{2} = 1\text{mm}$$

37.8. ***B***

Khoảng vân: $$i = \frac{\lambda D}{na} = 0,3\text{ mm}$$

Lập tỉ số: $$\frac{L}{2i} = \frac{4,5}{2.0,3} = 7,5$$

Số vân sáng quan sát được trên màn: $N_S = 2 . 7 + 1 = 15$

37.9. ***A***

Vị trí các vân sáng trùng nhau tại M:

$$x_s = k\frac{\lambda.D}{a} = x_M \rightarrow \lambda = \frac{x_M.a}{k.D} = \frac{3,3}{k} \ (\mu m)$$

Với ánh sáng trắng:

$$0,4 \le \lambda \le 0,75 \Leftrightarrow 0,4 \le \frac{3,3}{k} \le 0,75 \rightarrow 4,4 \le k \le 8,25 \text{ và } k \in Z.$$

Chọn k= 5, 6, 7, 8: Có bốn bức xạ cho vân sáng tại đó.

37.10.

a) Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = 2$ mm

Vị trí của vân sáng: $x_S{}^k = ki \ ; k \in Z$ (1)

Vị trí vân tối: $x_T{}^k = \frac{(2k+1)i}{2} \ ; k \in Z$ (2)

Theo đề: $x_M = 7$ mm; $x_N = 10$ mm

Để $k \in Z$ thì M thỏa vị trí vân tối; N thỏa vị trí vân sáng.

$$(2) \Rightarrow \ x_T{}^k = \frac{(2k+1)i}{2} = x_M$$

$$\Rightarrow k = \frac{1}{2}\left(\frac{2x_M}{i} - 1\right) = 3 \Rightarrow \text{M vân tối thứ tư}$$

Tương tự, từ (1) suy ra:

$$x_S{}^k = ki = x_N \Rightarrow k = \frac{x_N}{i} = 5 \Rightarrow \text{N vân sáng thứ năm}$$

b) Biết bề rộng giao thoa của trường là 2,7 cm. Tìm số vân sáng và vân tối trên màn.

Lập tỉ số: $n = \frac{L}{2i} = \frac{27}{2.2} = 6,75$

Số vân sáng, tối quan sát được trên màn:

$N_S = 2 . 6 + 1 = 13$ vân sáng

$N_T = 2 . (6 + 1) = 14$ vân tối

c) Khoảng cách từ vân trung tâm đến vân sáng thứ tư và vân tối thứ sáu:

$$x_s{}^4 = ki = 8 \text{ mm}$$

$$x_T{}^5 = \frac{(2k+1)i}{2} = 11 \text{ mm}$$

d) Thực hiện giao thoa trong nước có chiết suất $n = \frac{4}{3}$:

$$i_n = \frac{\lambda_n D}{a} = \frac{\lambda D}{na} = \frac{i}{n} = 1{,}5\text{ mm}$$

Đáp số: a) M: vân tối thứ 4 ; N : vân sáng thứ 5

b) $N_s = 13$ vân sáng; $N_T = 14$ vân tối

c) $x_s^4 = 8$ mm ; $x_T^5 = 11$ mm ; d) $i_n = 1{,}5$ mm

Bài 39 – MÁY QUANG PHỔ – CÁC LOẠI QUANG PHỔ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

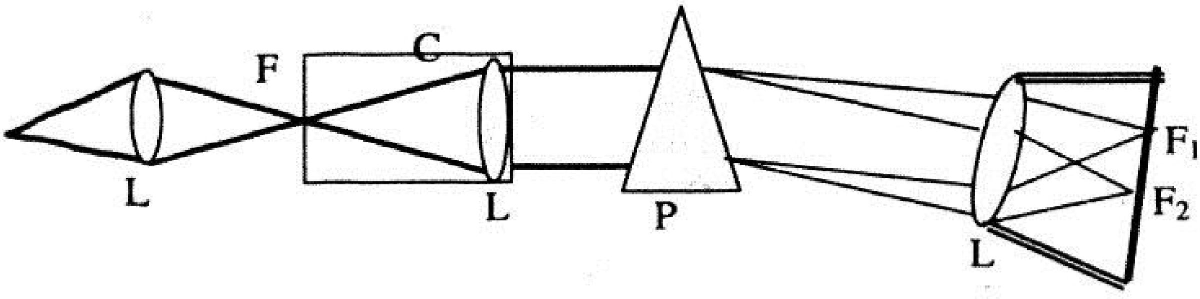
1. Máy quang phổ lăng kính

a) Định nghĩa

Máy quang phổ là dụng cụ quang học dùng để phân tích chùm sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc khác nhau. Nói khác đi, nó dùng để nhận biết các thành phần cấu tạo của chùm sáng phức tạp do một nguồn sáng phát ra.

b) Cấu tạo

- *Ống chuẩn trực C* : tạo ra chùm tia song song đến lăng kính P.
- *Lăng kính P:* có tác dụng phân tích chùm tia sáng song song từ ống chuẩn trực đến thành nhiều chùm tia đơn sắc song song.



- *Buồng tối hay buồng ảnh*: Thu ảnh của các chùm tia đơn sắc song song thành các vạch màu tại F_1, F_2... trên tấm kính ảnh hay phim ảnh.

c) Nguyên tắc hoạt động

Nguyên tắc hoạt động máy quang phổ lăng kính dựa trên hiện tượng tán sắc ánh sáng.

2. Các loại quang phổ

a) Quang phổ liên tục

Quang phổ gồm nhiều dải sáng, màu sắc khác nhau, nối liền nhau một cách liên tục được gọi là quang phổ liên tục.

Các chất rắn, lỏng và khí có tỉ khối hơi lớn, khi bị nung nóng phát ra quang phổ liên tục

Quang phổ liên tục không phụ thuộc vào bản chất vật phát sáng chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của vật.

Ở mọi nhiệt độ vật đều phát ra bức xạ. Khi nhiệt độ tăng dần thì cường độ bức xạ càng lớn và quang phổ liên tục mở rộng về phía bước sóng ngắn.

b) Quang phổ vạch phát xạ

Quang phổ chỉ chứa các vạch màu riêng lẻ, ngăn cách nhau bằng những khoảng tối được gọi là quang phổ vạch phát xạ.

Chất khí hay hơi ở áp suất thấp khi bị kích thích (khi nóng sáng, hoặc khi có dòng điện phóng qua) phát ra quang phổ vạch phát xạ.

Mỗi nguyên tố có quang phổ vạch phát xạ riêng cho nguyên tố đó.

Các nguyên tố khác nhau phát ra quang phổ vạch khác hẳn nhau về số lượng vạch, và về cường độ sáng của các vạch

c) Quang phổ vạch hấp thụ

Quang phổ vạch liên tục thiếu vạch màu do khí hay hơi hấp thụ, được gọi là quang phổ vạch hấp thụ của khí hay hơi đó.

Điều kiện để thu được quang phổ vạch hấp thụ là nhiệt độ của đám khí hay hơi đó phải thấp hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.

Quang phổ vạch hấp thụ của mỗi nguyên tố có tính chất đặc trưng cho nguyên tố đó. Vì vậy cũng có thể căn cứ vào quang phổ hấp thụ để nhận biết sự có mặt của nguyên tố đó trong hợp chất.

Định luật Kiếc–sôp: ***Ở nhiệt độ xác định, một vật chỉ hấp thụ những bức xạ nào mà nó có khả năng phát xạ, và ngược lại, nó chỉ phát những bức xạ nào mà nó có khả năng hấp thụ***

3. Phân tích quang phổ

Phân tích quang phổ là phương pháp vật lí dùng để xác định thành phần hóa học của một chất (hay hợp chất) dựa vào việc nghiên cứu quang phổ của ánh sáng do chất ấy phát ra hoặc hấp thụ.

Phân tích quang phổ định tính cho kết quả nhanh, độ nhạy cao, cùng một lúc xác định được sự có mặt của nhiều nguyên tố.

Ngoài ra còn có thể phân tích định lượng bằng cách đo cường độ của các vạch phổ phát xạ hoặc hấp thụ.

Phép phân tích quang phổ rất nhạy, có thể phát hiện được nồng độ rất nhỏ của các chất trong mẫu.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Cơ thể ta có phát ra quang phổ liên tục không?

Trả lời

Có. Vì mọi vật rắn, lỏng, khi có tỉ khối lớn, khi có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ môi trường đều phát ra quang phổ liên tục. Chỉ có điều ứng với nhiệt độ cơ thể thì cơ thể chỉ có thể phát ra quang phổ thuộc vùng hồng ngoại. Mắt không thấy được.

C2. Điều chỉnh cho nhiệt độ ngọn lửa bếp ga tăng dần và nhìn vào ngọn lửa bạn thấy màu của nó thay đổi thế nào

Trả lời

Màu của ngọn lửa từ đỏ chuyển dần sang xanh. Do khi nhiệt độ tăng quang phổ mở rộng về phía bước sóng ngắn.

C3. Cho một hạt muối rơi vào ngọn lửa bếp ga em sẽ thấy gì ?

Trả lời

Khi cho hạt muối rơi vào ngọn lửa bếp ga, ta sẽ thấy ngọn lửa có màu vàng. Vì khi đó hạt muối nóng chảy và biến thành hơi trong đó có các nguyên tử natri bị kích thích và phát ra các bức xạ màu vàng.

C4. So sánh quang phổ vạch phát xạ và quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô và natri ở hình 39.2 và 39.3SGK.

Trả lời

Quang phổ vạch phát xạ và quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô và natri ở hình 39.2 và 39.3SGK đều có tính chất chung sau đây:

Tại vị trí các vạch màu trong quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố thì ứng với quang phổ vạch hấp thụ là những vạch đen và nền đen trong quang phổ vạch phát xạ biến thành các vạch màu.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. **Máy** quang phổ là gì? Trình bày các bộ phận cấu tạo chính của một máy quang phổ lăng kính.

Trả lời

- *Định nghĩa*

  Máy quang phổ là dụng cụ quang học dùng để phân tích chùm sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc khác nhau. Nói khác đi, nó dùng để nhận biết các thành phần cấu tạo của chùm sáng phức tạp do một nguồn sáng phát ra.

- *Cấu tạo*
  - *Ống chuẩn trực C* : tạo ra chùm tia song song đến lăng kính P.

- *Lăng kính P:* có tác dụng phân tích chùm tia sáng song song từ ống chuẩn trực đến thành nhiều chùm tia đơn sắc song song.
- *Buồng tối hay buồng ảnh*: thu ảnh của các chùm tia đơn sắc song song thành các vạch màu tại F_1, F_2... trên tấm kính ảnh hay phim ảnh.

2. Quang phổ liên tục là gì? Nó do nguồn nào phát ra, trong điều kiện nào? Quang phổ liên tục có tính chất quan trọng gì? Tính chất đó có ứng dụng gì?

Trả lời

- *Định nghĩa*

  Quang phổ liên tục là quang phổ gồm một dải sáng có màu sắc biến đổi liên tục từ đỏ đến tím.

- *Nguồn và điều kiện phát sinh*

  + Các vật rắn, lỏng, hoặc khí có tỉ khối lớn khi bị nung nóng phát ra quang phổ liên tục.

  + Mặt trời phát ra quang phổ liên tục.

- *Tính chất quan trọng của quang phổ liên tục*

  + Không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng, chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.

  + Nhiệt độ càng cao, miền phát sáng của vật càng mở rộng về phía ánh sáng có bước sóng ngắn của quang phổ liên tục.

- *Ứng dụng*

  Dựa vào tính chất đó của quang phổ liên tục để xác định nhiệt độ các vật sáng do nung nóng. Ví dụ: nhiệt độ lò nung, hồ quang, mặt trời, các vì sao....

3. Quang phổ vạch phát xạ do nguồn nào phát ra và phát trong điều kiện nào? Nêu những đặc điểm của quang phổ vạch phát xạ?

Trả lời

- *Nguồn và điều kiện phát sinh*

  Các chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích (bằng cách nung nóng hay phóng tia lửa điện ...) phát ra quang phổ vạch phát xạ.

- *Đặc điểm*

  Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì rất khác nhau về: số lượng vạch phổ, vị trí vạch, màu sắc và độ sáng tỉ đối giữa các vạch.

  Như vậy : mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó.

4. Quang phổ vạch hấp thụ có thể thu được trong điều kiện nào? Nêu đặc điểm của quang phổ vạch hấp thụ.

Trả lời

- *Điều kiện phát sinh*

  Chiếu một chùm ánh sáng trắng qua một khối khí hay hơi được nung nóng ở nhiệt độ thấp, sẽ thu được quang phổ vạch hấp thụ.

- *Đặc điểm*

  Vị trí cách vạch tối nằm đúng vị trí các vạch màu trong quang phổ vạch phát xạ của chất khí hay hơi đó.

5. Nêu những tiện lợi của phép phân tích quang phổ.

Trả lời

- Trong phép phân tích định tính: thực hiện bằng phép phân tích quang phổ đơn giản và cho kết quả nhanh hơn phép phân tích hóa học (có thể xác định đồng thời sự có mặt của nhiều nguyên tố).
- Trong phép phân tích định lượng: thực hiện bằng phép phân tích quang phổ có độ nhạy rất cao, cho phép phát hiện được nồng độ các chất có trong mẫu chính xác tới 0,002%.
- Có thể phân tích được từ xa: có thể xác định được thành phần cấu tạo và nhiệt độ của các vật ở rất xa như Mặt Trăng, Mặt Trời... dựa vào việc phân tích quang phổ của chúng.

▼

39.1. Khi tăng dần nhiệt độ của một dây tóc đèn điện, thì quang phổ của ánh sáng đó phát ra thay đổi như thế nào?

A. Sáng dần lên nhưng vẫn chưa đủ bảy màu cầu vồng.

B. Ban đầu chỉ có màu đỏ, sau lần lược có thêm màu da cam, màu vàng, cuối cùng, khi nhiệt độ đủ cao, mới có đủ bảy màu, chứ không sáng thêm.

C. Vừa sáng dần thêm, vừa trải rộng dần, từ màu đỏ, qua các màu da cam, vàng ... cuối cùng, khi nhiệt độ đủ cao mới có đủ bảy màu.

D. Hoàn toàn không thay đổi gì.

Hướng dẫn giải

Khi tăng dần nhiệt độ của một dây tóc đèn điện, thì quang phổ của ánh sáng đó phát ra vừa sáng dần thêm, vừa trải rộng dần, từ màu đỏ, qua các màu da cam, vàng ... cuối cùng, khi nhiệt độ đủ cao mới có đủ bảy màu.

Đáp án: C

39.2 Quang phổ vạch được phát ra khi nào?

A Khi nung nóng một chất rắn, lỏng hoặc khí.

B Khi nung nóng một chất lỏng hoặc khí.

C Khi nung nóng một chất khí ở điều kiện chuẩn.

D Khi nung nóng một chất khí ở áp suất rất thấp.

Hướng dẫn giải

Quang phổ vạch được phát ra khi nung nóng một chất khí ở áp suất rất thấp.

Đáp án: D

39.3 Quang phổ vạch phát xạ của một chất đặc trưng cho:

A chính chất ấy.

B. thành phần hóa học của chất ấy.

C. thành phần nguyên tố (tức là tỉ lệ phần trăm các nguyên tố hoá học) của chất ấy.

D. cấu tạo phân tử của chất ấy.

Hướng dẫn giải

Quang phổ vạch phát xạ của một chất thì đặc trưng cho thành phần nguyên tố (tức là tỉ lệ phần trăm các nguyên tố hoá học) của chất ấy.

Đáp án: C

39.4. Sự đảo (hay đảo sắc) vạch quang phổ là:

A. sự đảo ngược, từ vị trí ngược chiều khe máy thành cùng chiều.

B. sự chuyển từ một vạch sáng trên nền tối thành vạch tối trên nền sáng, do bị hấp thụ.

C. sự đảo ngược trật tự các vạch trên quang phổ.

D. sự thay đổi màu sắc các vạch quang phổ.

Hướng dẫn giải

Sự đảo (hay đảo sắc) vạch quang phổ là sự chuyển từ một vạch sáng trên nền tối thành vạch tối trên nền sáng, do bị hấp thụ.

Đáp án: B

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

39.5. Nguyên tắc hoạt động của máy quang phổ dựa trên hiện tượng:

A. giao thoa. B. tán sắc.

C. phản xạ. D. khúc xạ.

39.6. Chọn câu trả lời đúng

A. Hai quả cầu bằng đồng và bằng sắt được nung nóng đến cùng nhiệt độ thì phát ra quang phổ liên tục giống nhau.

B. Các chất khí hay lỏng có áp suất thấp khi bị nung nóng phát ra quang phổ liên tục.

C. Khi nhiệt độ càng tăng, thì quang phổ liên tục của vật bị nung nóng mở rộng về vùng ánh sáng có tần số càng nhỏ.

D. Cả A, B, C đều đúng.

39.7. Lần lượt chiếu vào máy quang phổ các chùm sáng sau, hãy cho biết trường hợp nào thu được quang phổ liên tục

A. Chùm ánh sáng đỏ. B. Chùm ánh sáng vàng.

C. Chùm ánh sáng trắng. D. Chùm ánh sáng lam.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

39.5. *B*

Nguyên tắc hoạt động của máy quang phổ dựa trên hiện tượng tán sắc.

39.6. *A*

Hai quả cầu bằng đồng và bằng sắt được nung nóng đến cùng nhiệt độ thì phát ra quang phổ liên tục giống nhau.

39.7. *C*

Chùm sáng trắng chiếu vào máy quang phổ sẽ cho quang phổ liên tục.

Bài 40 – TIA HỒNG NGOẠI – TIA TỬ NGOẠI

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Tia hồng ngoại

- *Định nghĩa:* Bức xạ không nhìn thấy, có bước sóng dài hơn 0,75μm đến khoảng vài milimét (lớn hơn bước sóng ánh sáng đỏ và nhỏ hơn bước sóng của sóng vô tuyến điện) được gọi là tia hồng ngoại hay bức xạ hồng ngoại.
- *Nguồn phát và điều kiện phát:* Mọi vật ở nhiệt độ thấp đều phát tia hồng ngoại. Nguồn phát tia hồng ngoại thông dụng là lò than, lò điện, đèn điện dây tóc.......
- *Tính chất*
  - Tính chất nổi bật của tia hồng ngoại là *tác dụng nhiệt.* Vật hấp thụ tia hồng ngoại sẽ nóng lên.
  - Tia hồng ngoại có khả năng gây ra một số phản ứng hóa học, tác dụng lên phim ảnh.
  - Tia hồng ngoại có thể điều biến được như sóng điện từ cao tần, có thể gây ra hiện tượng quang điện trong cho một số chất bán dẫn.
- *Ứng dụng:* Tia hồng ngoại được sử dụng sưởi và sấy, dùng trong các bộ điều khiển từ xa, chụp ảnh quay phim dựa vào sự phát ra bức xạ hồng ngoại của vật.

2. Tia tử ngoại

- *Định nghĩa:* Bức xạ không nhìn thấy, có bước sóng ngắn hơn 0,38 μm đến cỡ 10^{-9} m (ngắn hơn bước sóng ánh sáng tím) được gọi là tia tử ngoại hay bức xạ tử ngoại.
- *Nguồn phát và điều kiện phát:*
  - Mọi vật được nung nóng đến nhiệt độ cao (> 2000°C) đều phát tia tử ngoại. Nguồn phát tia tử ngoại là đèn thủy ngân, hồ quang điện, Mặt Trời.......
- *Tính chất*

- Có khả năng ion hóa không khí, tác dụng mạnh lên phim ảnh.
- Kích thích sự phát quang của nhiều chất, có khả năng gây ra các phản ứng quang hóa. Có tác dụng sinh lý hủy diệt tế bào da, tế bào mắt.
- Có khả năng gây ra hiện tượng quang điện.
- Bị thủy tinh, nước, thạch anh hấp thụ rất mạnh. Tia tử ngoại có bước sóng 0,18 μm đến 0,4 μm có thể truyền qua được thạch anh.

▪ *Ứng dụng:*

Tia tử ngoại được dùng để khử trùng nước thực phẩm, dụng cụ y tế. Chữa bệnh còi xương, tìm vết nứt trên bề mặt kim loại.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Giải thích tại sao có thể chụp ảnh ban đêm nhờ camera hồng ngoại?

Trả lời

Tất cả các vật ở nhiệt độ thấp đều có thể phát ra tia hồng ngoại, ứng với nhiệt độ nào đó vật sẽ phát ra tia hồng ngoại có bước sóng tương ứng. Thí dụ với thân nhiệt con người tia hồng ngoại được phát ra có bước sóng 9μm. Do đó ta chọn các phim có độ nhạy thích hợp trong vùng bước sóng này thì có thể chụp được ảnh.

C2. Tại sao khi làm việc người thợ hàn hồ quang phải cầm dụng cụ che mắt (và cả mặt)?

Trả lời

Ta biết rằng trong ánh sáng hồ quang có rất nhiều tia tử ngoại. Tia tử ngoại có khả năng hủy diệt tế bào. Người thợ dùng dụng cụ che mắt và cả che mặt để ngăn không cho tia bức xạ tử ngoại có trong hồ quang gây tổn hại đến mắt và da người thợ hàn.

C3. Dây tóc nóng sáng của bóng đèn điện có phát ra tia tử ngoại không ? Liệu bạn có bị xạm đen khi đứng gần đèn điện bật sáng

Trả lời

Dây tóc nóng sáng của bóng đèn điện ở nhiệt độ rất cao do đó nó sẽ có phát ra tia tử ngoại. Tuy nhiên với cường độ tương đối nhỏ và khi đi qua vỏ thủy tinh của bóng đèn nó đã bị hấp thụ gần hết. Do đó, da hầu như không bị xạm đen khi đứng gần đèn điện bật sáng.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Tia hồng ngoại là gì? Nó do nguồn nào phát ra và phát ra trong điều kiện nào? Nêu những tính chất và công dụng của tia hồng ngoại?

Trả lời

Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững bài 40

2. Tia tử ngoại là gì? Nó do nguồn nào phát ra và phát ra trong điều kiện nào? Nêu những tính chất và công dụng của tia tử ngoại?

Trả lời

Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững bài 40

▼

40.1. Tia hồng ngoại được phát ra:

A. chỉ bởi các vật được nung nóng (đến nhiệt độ cao).
B. chỉ bởi mọi vật có nhiệt độ cao hơn môi trường xung quanh.
C. chỉ bởi các vật có nhiệt độ trên 0^0C.
D. chỉ bởi các vật có nhiệt độ trên 0K.

Hướng dẫn giải

Tia hồng ngoại được phát ra bởi các vật có nhiệt độ trên 0K .

Đáp án: D

40.2. Tác dụng nổi bật của tia hồng ngoại là:

A. tác dụng quang điện.
B. tác dụng quang học.
C. tác dụng nhiệt.
D. tác dụng hóa học (làm đen phim ảnh).

Hướng dẫn giải

Tác dụng nổi bật của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.

Đáp án: C

40.3. Tia tử ngoại được phát ra từ nguồn nào sau đây?

A. Lò sưởi điện
B. Lò vi sóng
C. Hồ quang điện
D. Màn hình vô tuyến.

Hướng dẫn giải

Tia tử ngoại được phát ra từ hồ quang điện.

Đáp án: C

40.4. Tia tử ngoại không có tác dụng nào sau đây?

A. quang điện
B. chiếu sáng
C. kích thích sự phát quang
D. sinh lí.

Hướng dẫn giải

Tia tử ngoại không có tác dụng chiếu sáng.

Đáp án: B

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

40.5. Có thể gọi tia tử ngoại là tia cực tím được không?

40.6. Chọn câu sai

Tính chất và tác dụng của tia hồng ngoại là:

A. Gây ra hiệu ứng quang điện ở một số chất bán dẫn.

B. Gây ra các phản ứng quang hoá, quang hợp.

C. Tác dụng lên một loại kính ảnh đặc biệt gọi là kính ảnh hồng ngoại.

D. Tác dụng nổi bật là tác dụng nhiệt.

40.7. Chọn câu trả lời **sai**

Tia tử ngoại:

A. Là sóng điện từ có bước sóng dài hơn bước sóng của tia hồng ngoại.

B. Có cùng bản chất với ánh sáng thấy được.

C. Tất cả các vật khi bị nung nóng trên 3000^0C đều phát ra tia tử ngoại.

D. Chiếm 9% công suất của chùm ánh sáng mặt trời.

40.8. Sự giống nhau giữa tia hồng ngoại với tia tử ngoại:

A. Đều có bản chất là sóng điện từ.

B. Đều có lưỡng tính sóng – hạt được đặc trưng bởi bước sóng λ và hạt được đặc trưng bởi năng lượng phôtôn $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda} = hf$.

C. Đều không quan sát được bằng mắt.

D. Cả A, B, C đều đúng.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

40.5. Có thể. Vì "tử" có nghĩa là "tím", "ngoại" là "ngoài". Tử ngoại là bức xạ nằm ngoài vùng ánh sáng tím. Thực tế, tia tử ngoại là các bức xạ nằm sát vùng ánh sáng tím và có bước sóng nhỏ hơn bước sóng ánh sáng tím.

40.6. ***B***

Tính chất và tác dụng của tia hồng ngoại là:

- Gây ra hiệu ứng quang điện ở một số chất bán dẫn.
- Không gây ra các phản ứng quang hoá, quang hợp.
- Tác dụng lên một loại kính ảnh đặc biệt gọi là kính ảnh hồng ngoại.
- Tác dụng nổi bật là tác dụng nhiệt.

⇒ câu sai B

40.7. ***A***

Tia tử ngoại là sóng điện từ có bước sóng *ngắn* hơn bước sóng của tia hồng ngoại ⇒ câu sai A.

40.8. ***D***

- Tia hồng ngoại và tử ngoại đều nằm ngoài vùng khả kiến.
- Bước sóng tia hồng ngoại lớn hơn bước sóng tia tử ngoại.
- Tần số tia hồng ngoại nhỏ hơn tần số tia tử ngoại.

⇒ A, B, C đều đúng.

Bài 41 – TIA X – THUYẾT ĐIỆN TỪ ÁNH SÁNG THANG SÓNG ĐIỆN TỪ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Tia X

Bức xạ có bước sóng từ 10^{-11} m đến 10^{-8} m (ngắn hơn bước sóng của tia tử ngoại) được gọi là tia X hay tia Rơn-ghen.

Tia X cứng có bước sóng ngắn, tia X mềm có bước sóng dài hơn.

a) Cách tạo ra tia X

- Về nguyên tắc có thể làm cho các chất (rắn, lỏng, khí..) phát tia X bằng cách bắn phá nó bằng chùm êlectrôn tốc độ lớn.
- Nhưng trong kĩ thuật tia X được tạo ra từ ống tia X : là ống tia âm cực, áp suất thấp có đối âm cực làm bằng kim loại nặng được nối vào anôt. Hiệu thế giữa anôt và catôt khoảng vài chục ngàn vôn.

b) Tính chất

- Có khả năng đâm xuyên mạnh, tia X có bước sóng càng ngắn (càng cứng) thì càng xuyên sâu.
- Tia X có tác dụng mạnh lên phim ảnh, làm ion hóa không khí.
- Tia X có khả năng gây ra hiện tượng quang điện cho hầu hết các kim loại.
- Tia X có tác dụng sinh lí mạnh: hủy diệt tế bào, diệt vi khuẩn.

c) Công dụng

- Tia X được dùng nhiều nhất để chiếu điện để chẩn đoán bệnh hoặc tìm chỗ xương gãy, để chữa bệnh (chữa ung thư).
- Dùng trong công nghiệp để kiểm tra chất lượng các vật đúc.
- Tìm các vết nứt các bọt khí bên trong các vật bằng kim loại, nghiên cứu cấu trúc vật rắn.
- Kiểm tra hành lí các hành khách đi máy bay.

d) Công thức ống phát tia X

$$eU_{AK} = \frac{1}{2}mv^2 = h\,f_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}}$$

Với: U_{AK} = hiệu điện thế giữa 2 đầu anốt và catốt của ống Rơn-ghen.

f_{max} = tần số lớn nhất của tia Rơn-ghen mà ống có thể phát ra.

λ_{min} = bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn-ghen mà ống có thể phát ra.

$E_d = \frac{1}{2}mv^2$ = động năng của e^- khi tới được đối âm cực.

- Khi các êlectrôn đập vào đối âm cực (AK) sẽ làm nóng AK. Nhiệt lượng cung cấp làm tăng nhiệt độ của AK lên Δt^0C là:

$$Q = m\,c\,\Delta t^0$$

m = khối lượng của đối âm cực

c = nhiệt dung riêng của chất làm đối âm cực.

- Nếu toàn bộ năng lượng e^- đập vào đều làm nóng đối âm cực thì:

$$Q = n_e\,E_d\,\tau.$$

n_e = số êlectrôn đập vào đối âm cực trong 1s.

τ = thời gian êlectrôn đập vào đối âm cực.

2. Thuyết điện từ về ánh sáng

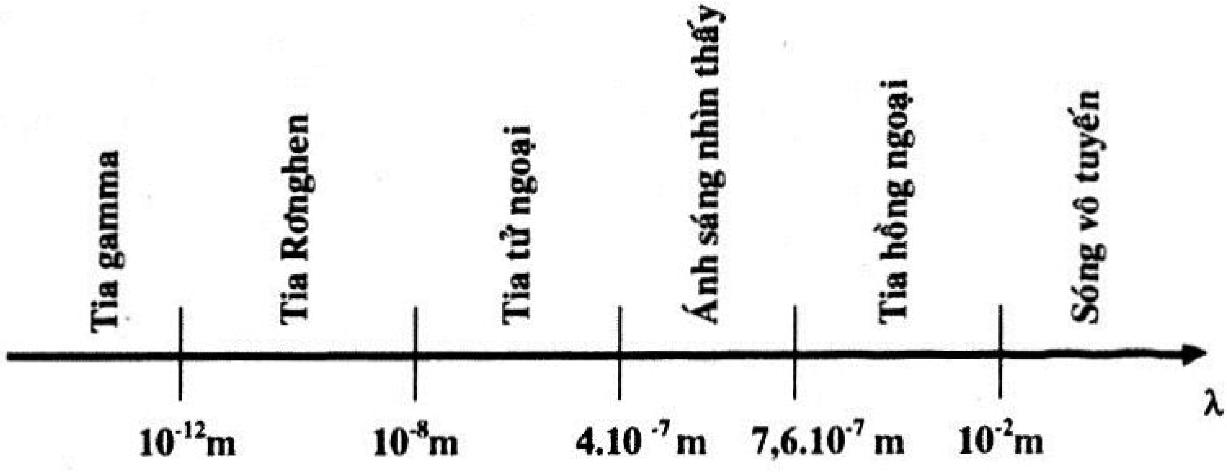
- Ánh sáng là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn, lan truyền trong không gian.
- Mối quan hệ giữa tính chất điện từ và tính chất quang của môi trường

$$\frac{c}{v} = n = \sqrt{\varepsilon\mu}$$

Trong đó: n là chiết suất của môi trường; ε là hằng số điện môi của môi trường; μ là độ từ thẩm của môi trường.

- Khi nói theo năng lượng tăng dần tương ứng với bước sóng giảm dần ta có: sóng vô tuyến, tia hồng ngoại, ánh sáng khả kiến, tia tử ngoại, tia X, tia gamma.

3. Thang sóng điện từ


Tia gamma
Tia Rơnghen
Tia tử ngoại
Ánh sáng nhìn thấy
Tia hồng ngoại
Sóng vô tuyến
λ
10⁻¹²m
10⁻⁸m
4.10⁻⁷ m
7,6.10⁻⁷ m
10⁻²m

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. So sánh khả năng đâm xuyên của tia tử ngoại và tia X. Nêu nhận xét.

Trả lời

Khả năng đâm xuyên của tia X lớn hơn tia tử ngoại.

Vì tia X có bước sóng ngắn hơn tia tử ngoại, năng lượng phôtôn của tia X lớn hơn năng lượng phôtôn của tia tử ngoại, nên khả năng xuyên sâu của tia X lớn hơn tia tử ngoại. Do đó người ta thường dùng tia X để khảo sát cấu trúc cũng như tìm các sai hỏng bên trong kim loại, còn tia tử ngoại chỉ tìm các khuyết tật trên bề mặt kim loại.

C2. Theo bạn có nên để tia X tác dụng lâu trên cơ thể bạn không ?

Trả lời

Chúng ta biết rằng tia X có khả năng xuyên sâu và diệt tế bào rất mạnh, nếu tiếp xúc lâu với tia X, các tế bào sẽ bị hủy diệt ⇒ các bộ phận cơ thể khi đó sẽ bị tổn thương dẫn đến mất khả năng thực hiện các chức năng của nó trong cơ thể. Vì vậy, không nên để tia X tác dụng lâu trên cơ thể.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Tia X là gì? Nó có tính chất và công dụng gì?

Trả lời

- *Định nghĩa*

  Bức xạ có bước sóng từ 10^{-8}m đến 10^{-11}m (ngắn hơn bước sóng của tia tử ngoại) được gọi là tia X hay tia Rơn-ghen.

  Tia X cứng có bước sóng ngắn, tia X mềm có bước sóng dài hơn.

- *Tính chất*
  - Có khả năng đâm xuyên mạnh, tia X có bước sóng càng ngắn (càng cứng) thì càng xuyên sâu.
  - Tia X có tác dụng mạnh lên phim ảnh, làm ion hóa không khí.
  - Tia X có khả năng gây ra hiện tượng quang điện cho hầu hết các kim loại.
  - Tia X có tác dụng sinh lí mạnh hủy diệt tế bào, diệt vi khuẩn.

- *Công dụng*
  - Tia X được dùng nhiều nhất để chiếu điện để chẩn đoán bệnh hoặc tìm chỗ xương gãy, để chữa bệnh (chữa ung thư).
  - Dùng trong công nghiệp để kiểm tra chất lượng các vật đúc.
  - Tìm các vết nứt các bọt khí bên trong các vật bằng kim loại, nghiên cứu cấu trúc vật rắn.
  - Kiểm tra hành lí các hành khách đi máy bay.

2. Trình bày nguyên tắc tạo tia X.

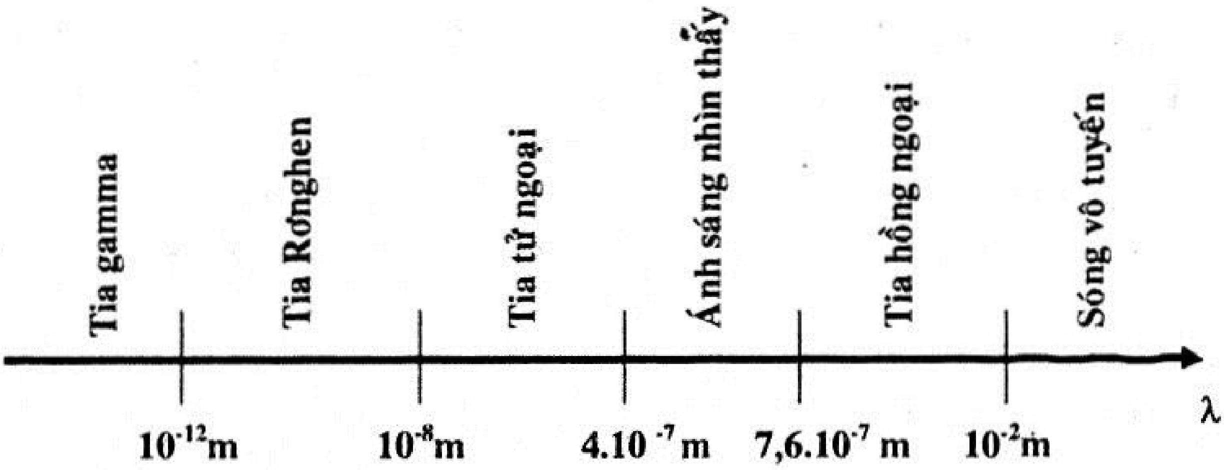
Trả lời

- o Về nguyên tắc có thể làm cho các chất (rắn, lỏng, khí..) phát tia X bằng cách bắn phá nó bằng chùm êlectrôn tốc độ lớn.
- o Nhưng trong kĩ thuật tia X được tạo ra từ ống tia X : là ống tia âm cực, áp suất thấp có đối âm cực làm bằng kim loại nặng được nối vào anôt. Hiệu thế giữa anôt và catôt khoảng vài chục ngàn vôn.

3. Nêu những nét khái quát về thang sóng điện từ.

Trả lời

- ***Thang sóng điện từ (hình 41.1)***



- ***Sự giống nhau***
  - Đều có bản chất là sóng điện từ, không mang điện tích, không bị lệch hướng trong điện trường và từ trường.
  - Đều có lưỡng tính sóng – hạt. Tính sóng được đặc trưng bởi bước sóng λ và tính hạt được đặc trưng bởi năng lượng phôtôn $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = hf$.
- ***Sự khác nhau***
  - Theo chiều giảm dần của bước sóng trong thang sóng điện từ thì tính chất sóng càng mờ nhạt, tính chất hạt càng rõ rệt.

  Ví dụ: sóng vô tuyến, sóng ánh sáng thấy được thì rất mạnh về tính chất sóng thể hiện qua hiện tượng giao thoa sóng, nhưng năng lượng phôtôn thì rất nhỏ. Tia Rơnghen, tia gamma lại rất mạnh về tính chất hạt thể hiện qua khả năng đâm xuyên, hiệu ứng quang điện.

▼

41.1. Tia Rơn-ghen hay tia X là sóng điện từ có bước sóng

A. lớn hơn tia hồng ngoại.

B. nhỏ hơn tia tử ngoại.

C. nhỏ quá, không đo được.

D. không đo được, vì nó không gây ra hiện tượng giao thoa.

Hướng dẫn giải

Tia Rơn-ghen hay tia X là sóng điện từ có bước sóng nhỏ hơn tia tử ngoại.

Đáp án: B

41.2. Phát biểu nào sau đây là đúng?

Tính chất quan trọng nhất của tia X, phân biệt nó với các bức xạ điện từ khác là

A. tác dụng mạnh lên kính ảnh.

B. khả năng ion hóa các chất khí.

C. tác dụng làm phát quang nhiều chất.

D. khả năng xuyên qua vải, gỗ, giấy...

Hướng dẫn giải

Tính chất quan trọng nhất của tia X, phân biệt nó với các bức xạ điện từ khác là khả năng xuyên qua vải, gỗ, giấy...

Đáp án: D

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

41.3. Hồ quang điện không phát được bức xạ nào sau đây?

A. Tia X. B. Bức xạ nhìn thấy.

C. Tia hồng ngoại D. Tia tử ngoại.

41.4. Ứng dụng của tia Rơnghen:

A. có thể dùng để sấy khô hoặc sưởi ấm.

B. có thể dùng để trị bệnh còi xương.

C. có thể dùng để trị bệnh ung thư nông.

D. có thể dùng để kiểm tra các vết nứt trên bề mặt các sản phẩm đúc.

41.5. Một bức xạ điện từ có tần số $f = 7,5.10^{17}$ Hz. Bức xạ này thuộc:

A. vùng hồng ngoại. B. vùng thấy được.

C. vùng tử ngoại. D. tia Rơnghen.

41.6. Cho $h = 6,625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^8$m/s, $e = 1,6.10^{-19}$C. Một ống Rơnghen phát ra bức xạ có bước sóng ngắn nhất là 6.10^{-11} m. Hiệu điện thế cực đại giữa hai cực của ống là:

A. 2,1 kV B. 21 kV C. 3, 3 kV D. 33 kV

41.7. Cho $e = 1,6.10^{-19}$C. Cường độ dòng điện qua ống là 5 mA. Số êlectrôn đến đập vào đối âm cực trong 1 phút là:

A. $1,875.10^{16}$ B. $1,875.10^{17}$

C. $1,875.10^{18}$ D. $1,875.10^{19}$

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

41.3. *A*

Hồ quang điện không phát được tia X.

41.4. ***B***

Để tạo chùm tia X, chỉ cần phóng một chùm êlectrôn có vận tốc lớn, cho đập vào một kim loại có nguyên tử lượng lớn.

41.5. ***D***

Bước sóng của bức xạ điện từ đó trong chân không là:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.10^8}{7,5.10^{17}} = 4.10^{-10}\text{ m} \Rightarrow \text{tia Rơnghen.}$$

41.6. ***B***

Năng lượng của êlectrôn được gia tốc: $E = eU$

Năng lượng tia Rơnghen: $E_R = \dfrac{hc}{\lambda}$

Năng lượng cực đại của tia Rơnghen bằng với năng lượng của êlecrôn

$$\frac{hc}{\lambda_{min}} = eU \Rightarrow U = \frac{hc}{e\lambda_{min}} = \frac{6,625.10^{-34}3.10^8}{1,6.10^{-19}.6.10^{-11}} = 2,1.10^4\text{ V} = 21\text{ kV}$$

41.7. ***C***

$$I = n.e \Rightarrow n = \frac{I}{e}$$

Số êlectrôn đến đập vào đối âm cực trong 1 phút là:

$$\Rightarrow N = nt = \frac{I.t}{e} = 5.10^{-3}.60/1,6.10^{-19} = 1,875.10^{18}$$

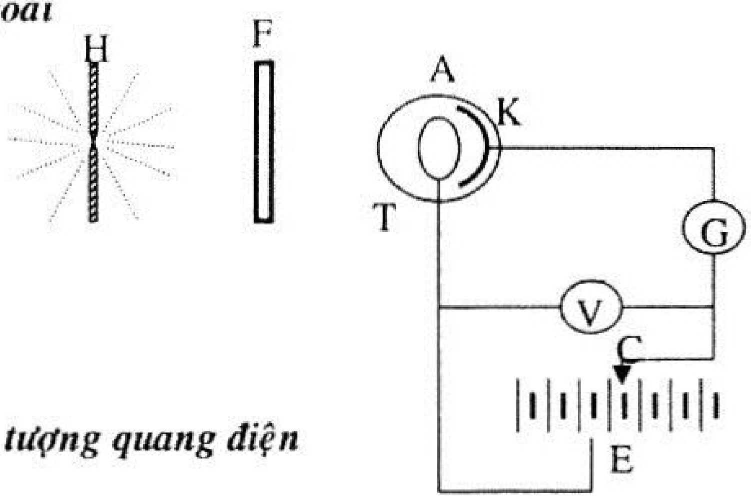
CHƯƠNG VII – LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

Bài 43 – HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG ĐIỆN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Hiện tượng quang điện ngoài

Hiện tượng ánh sáng làm bật các êlectrôn ra khỏi bề mặt kim loại gọi là hiện tượng quang điện. Các êlectrôn bật ra gọi là các êlectrôn quang điện.



2. Thí nghiệm khảo sát hiện tượng quang điện

a) Tế bào quang điện

- Dòng quang điện chỉ xuất hiện khi chiếu vào catốt ánh sáng có bước sóng thích hợp $\lambda \le \lambda_0$ (giới hạn quang điện). Với các kim loại làm catôt khác nhau thì λ_0 cũng khác nhau, với A là công thoát êlectrôn của kim loại, ta có:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A}$$

b) Đặc tuyến vôn-ampe của tế bào quang điện

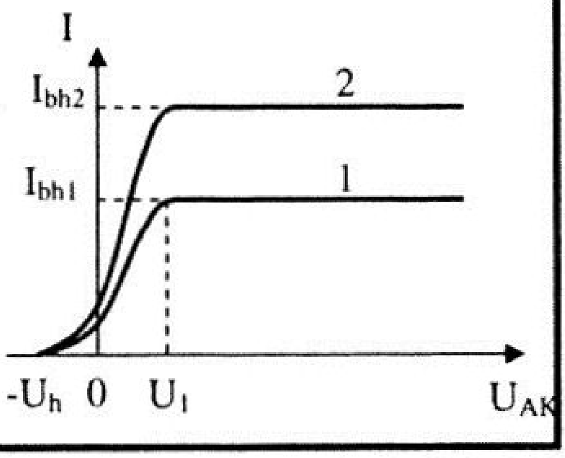
- Khi $U_{AK} = 0$ vẫn có dòng quang điện I_0 nhưng cường độ rất nhỏ.
- Khi $U_{AK} \ge U_1$ dòng quang điện $I = I_{bh}$
- Khi $U_{AK} = -U_h$ thì dòng quang điện bị triệt tiêu hoàn toàn (U_h là hiệu thế hãm), U_h phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng chiếu tới λ.

$$E_{0đmax} = \frac{1}{2}m_e v_{0max}^2 = e.U_h$$

Với $e = 1{,}6.10^{-19}$C và $m_e = 9{,}1.10^{-31}$kg

3. Các định luật quang điện

a) Định luật thứ nhất



Hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi ánh sáng kích thích chiếu vào kim loại có bước sóng nhỏ hơn hoặc bằng bước sóng λ_o (giới hạn quang điện).

$$\lambda \leq \lambda_o$$

b) Định luật thứ hai

Đối với mỗi ánh sáng thích hợp ($\lambda \leq \lambda_o$) cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ của chùm ánh sáng kích thích.

c) Định luật thứ ba

Động năng ban đầu cực đại của êlectrôn quang điện không phụ thuộc vào cường độ của chùm ánh sáng kích thích, mà chỉ phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng kích thích và bản chất kim loại.

4. Công suất của nguồn sáng

$$P = n_\lambda \varepsilon$$

Với: n_λ là số phôtôn ứng với bức xạ λ phát ra trong 1s.

5. Cường độ dòng quang điện bão hòa

$$I_{bh} = n_e e$$

Với: n_e = số êlectrôn đến anốt trong 1s.

6. Hiệu suất lượng tử

$$H = \frac{n_e}{n_\lambda}$$

Với: n_e là số êlectrôn bứt ra khỏi catốt trong 1s.

n_λ là số phôtôn ứng với bước sóng λ đến đập vào catốt trong 1s.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Theo bạn dự đoán, nếu chiếu tia tử ngoại vào một tấm kẽm ban đầu tích điện dương thì hiện tượng sẽ xảy ra thế nào?

Trả lời

Nếu chiếu tia tử ngoại vào một tấm kẽm ban đầu tích điện dương thì tấm kẽm vẫn tích điện dương và khó có hiện tượng quang điện xảy ra. Vì:

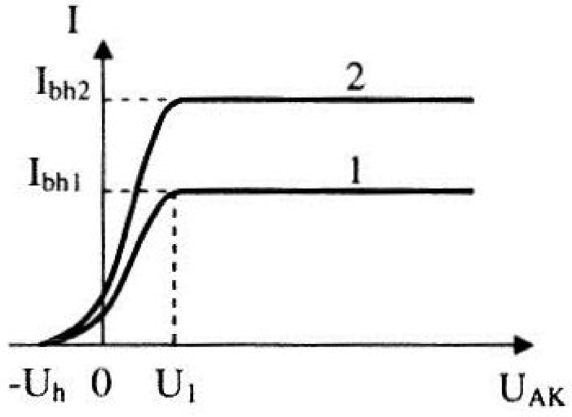
Tấm kẽm tích điện dương nghĩa là nó đã mất một số êlectrôn tự do ⇒ lượng êlectrôn tự do trong kẽm giảm ⇒ khi chiếu tia tử ngoại vào, chỉ một số ít các êlectrôn tự do được bứt ra khỏi kim loại ⇒ hiện tượng quang điện giảm.

Để tiếp tục bứt được các êlectrôn ở lớp trong của nguyên tử kim loại, ta cần cung cấp cho nó năng lượng lớn hơn năng lượng phôtôn của tia tử ngoại. Khi đó nếu tiếp tục chiếu tia tử ngoại vào kẽm thì các phôton của tia tử ngoại không đủ năng lượng bứt các êlectrôn nên không có hiện tượng quang điện xảy ra, mà chỉ có khả năng dịch chuyển êlectron lên tầng quĩ đạo cao và sau đó phát ra các phôton có dài hơn bước sóng của các bức xạ tử ngoại.

C2. Dựa vào đặc tuyến vôn –ampe ở hình 43.1, em có nhận xét gì về sự phụ thuộc của cường độ dòng quang điện I vào U_{AK}, khi $U_{AK} < 0$.

Trả lời

Khi $U_{AK} < 0$, dòng quang điện giảm rất nhanh, đến giá trị $U_{AK} = - U_h$ dòng quang điện triệt tiêu. Từ hình 43.1, đặc tuyến vôn- ampe (1) và (2) ứng với hai cường độ nguồn sáng khác nhau của cùng bức xạ ánh sáng (λ). Điều này cho thấy hiệu thế hãm không phụ thuộc cường độ chùm sáng kích thích.



Hình 43.1

C3. Tại sao khi $U_{AK} < U_1$ thì không phải mọi êlectron quang điện đều đến được anôt?

Trả lời

Khi chiếu một bức xạ có bước sóng $\lambda \le \lambda_0$ vào một tấm kim loại, nó có thể bứt được các êlectron thoát ra khỏi bề mặt kim loại làm catốt để trở thành êlectrôn quang điện. Các êlectron nằm càng sâu trong kim loại do tương tác với các ion ở nút mạng và các êlectrôn khác, nên đòi hỏi công thoát lớn hơn các êlectrôn nằm ở sát bề mặt kim loại. Vì vậy, công thoát của các êlectrôn ở sát bề mặt kim loại là nhỏ nhất và gọi là A và động năng của chúng khi ra khỏi kim loại là lớn nhất ⇒ động năng W của các êlectrôn quang điện thỏa:

$$W \le \frac{1}{2} m_e v_{omax}^2$$

Dưới tác dụng của lực điện trường do điện thế $U_{AK} > 0$ gây ra, các êlectrôn được gia tốc và chuyển động về anốt và tạo thành dòng quang điện.

Khi $U_{AK} = U_1$ thì công của lực điện trường đủ để đưa toàn bộ các êlectron quang điện thoát ra khỏi catôt về được đến anôt.

Khi $U_{AK} < U_1$ thì công của lực điện trường chỉ đủ để đưa những êlectron quang điện nào có động năng đủ lớn mới về được đến anôt; còn các êlectrôn có động năng thấp thoát ra từ catôt không về được anôt.

C4. Hãy chứng tỏ ba định luật quang điện bao hàm được tất cả các kết quả thí nghiệm trên.

Trả lời

- *Định luật 1:* định luật về giới hạn quang điện

  Muốn có hiện tượng quang điện thì năng lượng của phôtôn kích thích ε phải lớn hơn công thoát A của êlectrôn.

$$\varepsilon = hf = h\frac{c}{\lambda} \ge A \Rightarrow \frac{hc}{A} \ge \lambda$$

Đặt $\frac{hc}{A} = \lambda_0$; λ_0 được gọi là giới hạn quang điện của kim loại làm catốt. *Vậy để có hiện tượng quang điện thì ta phải có: $\lambda \le \lambda_0$*

- *Định luật 2:* Khi hiện tượng quang điện xảy ra, ta có dòng quang điện bão hòa tỉ lệ với số êlectrôn phát ra ở catốt trong đơn vị thời gian về đến anốt.

  Số êlectrôn phát ra ở catốt trong 1 đơn vị thời gian lại tỉ lệ với số phôtôn đập vào catốt trong một đơn vị thời gian.

  Số phôtôn tới đập vào catốt trong một đơn vị thời gian theo thuyết lượng tử lại tỉ lệ với cường độ của nguồn sáng.

  Từ đó ta có cường độ của của dòng quang điện bão hòa tỉ lệ với cường độ của nguồn sáng.

- *Định luật 3:* Nếu êlectrôn hấp thụ phôtôn có năng lượng $\varepsilon > A$, thì năng lượng này chuyển thành công thoát A để giải phóng êlectrôn, phần còn lại sẽ cung cấp cho êlectrôn động năng ban đầu. Đối với các êlectrôn ở mặt kim loại thì động năng ban đầu là cực đại. Từ đó ta có :

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = A + E_{đo\max} = A + \frac{1}{2}m_e v_{o\max}^2$$

Mặt khác: $$E_{đo\max} = \frac{1}{2}m_e v_{o\max}^2 = e|U_h|$$

Dòng quang điện phụ thuộc vào hiệu điện thế U_{AK} giữa anốt và catốt:

- Nếu $U_{AK} > 0$, khi tăng U_{AK} thì I tăng theo U_{AK}. Khi U_{AK} đạt đến giá trị nào đó, thì I đạt giá trị bão hoà, khi đó dù có tăng U_{AK} thì I vẫn không đổi, lúc này nó được gọi là dòng quang điện bão hòa.
- Khi $U_{AK} = U_h < 0$ thì dòng quang điện $I = 0$, U_h được gọi là hiệu thế hãm. Vận tốc ban đầu cực đại của êlectrôn $v_{o\max}$ cho bởi:

  $$\frac{1}{2}mv_{o\max}^2 = |e||U_h|$$

  với $m = 9{,}1.10^{-31}$kg và $e = 1{,}6.10^{-19}$C

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

1. Mô tả khái quát sơ đồ thí nghiệm với tế bào quang điện.

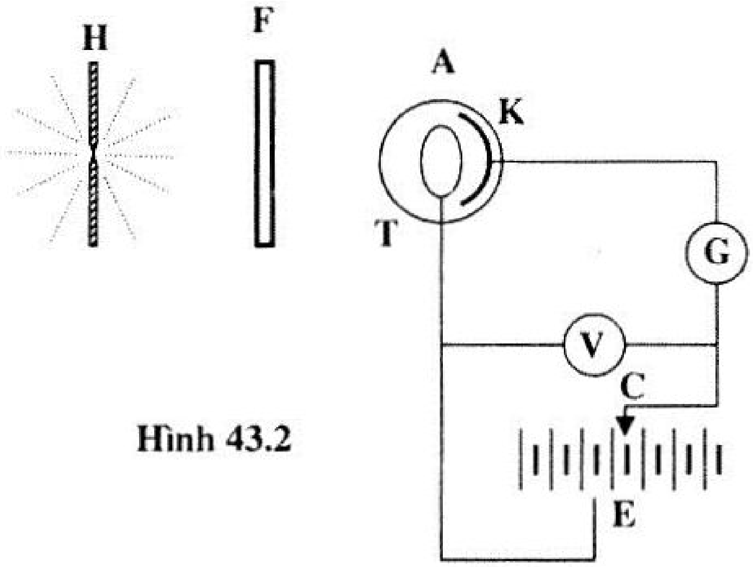
Trả lời

- *Mô tả thí nghiệm*: Tế bào quang điện gồm một bình cầu thạch anh bên trong là chân không, có hai điện cực anốt (A) và catốt (K). Anốt (A) là vòng dây kim loại. Catốt (K) là một lớp kim loại cần nghiên cứu phủ mặt trong của tế bào có dạng hình chỏm cầu như hình 43.2.

- *Bố trí thí nghiệm:*

T: tế bào quang điện

E: bộ ắcquy để tạo ra hiệu điện thế U_{AK} giữa A và K, U_{AK} thay đổi được nhờ chốt cắm C.



Hình 43.2

G: miliampe kế rất nhạy để đo cường độ dòng điện chạy qua tế bào quang điện.

F: kính lọc màu lấy thành phần đơn sắc nhất định chiếu vào catốt (K).

H: Hồ quang phát ra được chiếu qua kính lọc F để lọc lấy một thành phần đơn sắc nhất định, chiếu vào catốt (K).

V: Vôn kế dùng để đo hiệu thế U_{AK} giữa (A) và (K).

2 Trình bày các kết luận chính rút ra từ kết quả thí nghiệm.

Trả lời

Các kết quả chính thu được từ thí nghiệm:

a) Dòng quang điện

Khi chiếu vào catốt ánh sáng bước sóng ngắn (thích hợp) trong mạch xuất hiện dòng chuyển dời có hướng của các êlectrôn bật ra khỏi catốt bay về anốt tạo nên dòng điện gọi là *dòng quang điện.*

b) Về bước sóng ánh sáng

Với mỗi kim loại dùng làm catốt, ánh sáng kích thích phải có bước sóng λ nhỏ hơn giới hạn λ_o nào đó, được gọi là giới hạn quang điện thì mới xảy ra hiện tượng quang điện.

c) Đường đặc trưng vôn – ampe

Dòng quang điện phụ thuộc vào hiệu điện thế U_{AK} giữa anốt và catốt như hình 43.1.

- Nếu $U_{AK} > 0$, khi tăng U_{AK} thì I tăng theo U_{AK}. Khi U_{AK} đạt đến giá trị nào đó, thì I đạt giá trị bão hoà, khi đó dù có tăng U_{AK} thì I vẫn không đổi, lúc này nó được gọi là dòng quang điện bão hòa.
- Khi $U_{AK} = U_h < 0$ thì dòng quang điện $I = 0$, U_h được gọi là hiệu thế hãm. Tốc độ ban đầu cực đại của êlectrôn v_{omax} cho bởi:

$$\frac{1}{2}mv_{o\max}^2 = |e||U_h|$$

với $m = 9,1.10^{-31}$kg và $e = 1,6.10^{-19}$C

d) Độ lớn dòng quang điện bão hoà

Với ánh sáng kích thích có bước sóng λ nhỏ hơn giới hạn λ_o, cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm ánh sáng kích thích rọi vào catốt (trong hình cường độ dòng bão hoà (2) ứng với cường độ nguồn sáng lớn hơn).

e) Độ lớn của hiệu thế hãm

Với mỗi kim loại, độ lớn của U_h hoàn toàn không phụ thuộc cường độ chùm sáng, mà chỉ phụ thuộc vào bước sóng của chùm sáng đó.

3. Phát biểu các định luật quang điện.

Trả lời

Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững bài 43.

▼

43.1. Khi chiếu chùm tia hồng ngoại vào tấm kẽm tích điện âm, thì:

A. Tấm kẽm mất dần điện tích dương.

B. Tấm kẽm mất dần điện tích âm.

C. Tấm kẽm trở nên trung hòa điện.

D. Điện tích của tấm kẽm trở nên không đổi.

Hướng dẫn giải

Khi chiếu chùm tia hồng ngoại vào tấm kẽm tích điện âm, thì không bứt được êlectrôn khỏi tấm kẽm ⇒ điện tích của tấm kẽm không đổi.

Đáp án: D

43.2. Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là:

A. Bước sóng của ánh sáng kích thích chiếu vào kim loại gây ra hiện tượng quang điện.

B. Công thoát của các êlectrôn ở bề mặt kim loại đó.

C. Bước sóng giới hạn của ánh sáng kích thích có thể gây ra hiện tượng quang điện đối với kim loại đó.

D. hiệu điện thế hãm.

Hướng dẫn giải

Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là bước sóng giới hạn của ánh sáng kích thích có thể gây ra hiện tượng quang điện đối với kim loại đó.

Đáp án: C

43.3. Để gây hiệu ứng quang điện, bức xạ rọi vào kim loại phải thỏa mãn điều kiện nào sau đây?

A. Tần số lớn hơn giới hạn quang điện.

B. Tần số nhỏ hơn giới hạn quang điện.

C. Bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện.

D. Bước sóng lớn hơn giới hạn quang điện.

Hướng dẫn giải

Để gây hiệu ứng quang điện, bức xạ rọi vào kim loại phải thỏa mãn điều kiện bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện.

Đáp án: C

43.4. Với một bức xạ có bước sóng thích hợp thì cường độ dòng quang điện bão hòa

A. Triệt tiêu, khi cường độ chùm ánh sáng kích thích nhỏ hơn một giá trị giới hạn.

B. tỉ lệ với bình phương cường độ chùm sáng.

C. tỉ lệ với căn bậc hai cường độ chùm sáng.

D. tỉ lệ thuận với cường độ chùm sáng.

Hướng dẫn giải

Với một bức xạ có bước sóng thích hợp thì cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm sáng.

Đáp án: D

43.5. Tính tốc độ ban đầu cực đại của êlectrôn, biết rằng hiệu điện thế hãm bằng 1,8 V.

Hướng dẫn giải

Áp dụng công thức: $\frac{1}{2}m_e v_{omax}^2 = e.U_h$

Tốc độ ban đầu cực đại của êlectrôn:

$$v_{omax} = \sqrt{\frac{2eU_h}{m_e}} = \sqrt{\frac{2.1,6.10^{-19}.1,8}{9,1.10^{-31}}} = 7,96.10^5 \text{ m/s}$$

Đáp số: 7,96.10^5m/s

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

43.6. Quang electrôn bị bứt ra khỏi bề mặt kim loại khi có ánh sáng chiếu tới là do:

A. cường độ của chùm sáng phù hợp.

B. bước sóng của ánh sáng lớn.

C. vận tốc ánh sáng lớn.

D. bước sóng ánh sáng nhỏ hơn giới hạn quang điện.

43.7. Hiện tượng quang điện là hiện tượng khi chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào:

A. một chất điện môi làm nó tích điện.

B. một chất điện phân làm nó bị phân li.

C. một tấm kim loại, thì sẽ làm bật ra các êlectrôn.

D. Cả A, B, C đều đúng.

43.8. Trong tế bào quang điện, vận tốc ban đầu cực đại của các êlectron quang điện tăng lên hai lần thì hiệu thế hãm U_h sẽ:

A. giảm bốn lần. B. tăng bốn lần.

C. tăng hai lần. D. tăng $\sqrt{2}$ lần.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

43.6. ***D***

Quang electrôn bị bứt ra khỏi bề mặt kim loại khi có ánh sáng chiếu tới là do bước sóng ánh sáng nhỏ hơn giới hạn quang điện.

43.7. ***C***

Hiện tượng quang điện là hiện tượng khi chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào một tấm kim loại, thì sẽ làm bật ra các êlectrôn.

43.8. ***B***

$$\frac{1}{2}mv^2_{01max} = |e||U_{h1}|;\ \frac{1}{2}mv^2_{02max} = |e||U_{h2}|$$

$$v_{02max} = 2v_{01max} \Rightarrow \frac{v^2_{02max}}{v^2_{01max}} = \frac{U_{h2}}{U_{h1}} = 4$$

$\Rightarrow$ hiệu thế hãm U_h sẽ tăng 4 lần.

Bài 44 – THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG LƯỠNG TÍNH SÓNG - HẠT CỦA ÁNH SÁNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Thuyết lượng tử ánh sáng

a) Giả thuyết lượng tử năng lượng của Plăng

Năng lượng bức xạ được phát ra hay hấp thụ bởi nguyên tử hay phân tử không thể có giá trị tùy ý mà chỉ có các giá trị là bội số nguyên của một năng lượng nguyên tố, gọi là lượng tử năng lượng. Nếu bức xạ có tần số f (bước sóng λ) thì lượng tử năng lượng tương ứng có giá trị bằng:

$$\varepsilon = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

Với $h = 6{,}625.10^{-34}$ J.s được gọi là hằng số Plăng.

b) Thuyết lượng tử ánh sáng. Phôtôn

1. Chùm ánh sáng là chùm các phôtôn (các lượng tử ánh sáng). Mỗi phôtôn có năng lượng xác định $\varepsilon = hf$ (f là tần số của sóng

ánh sáng đơn sắc tương ứng). Cường độ của chùm sáng tỉ lệ với số phôtôn phát ra trong 1 giây

2. Phân tử, nguyên tử, êlectrôn hấp thụ hay phát xạ ánh sáng cũng có nghĩa là chúng hấp thụ hay phát xạ phôtôn.
3. Các phôtôn bay dọc theo tia sáng với tốc độ ánh sáng.

2. Công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện

$$\varepsilon = hf = h\frac{c}{\lambda} = A + E_{0max} = A + \frac{1}{2}m_e v_{0max}^2$$

3. Điện thế cực đại trên quả cầu kim loại cô lập V_{omax}

$$\varepsilon = hf = h\frac{c}{\lambda} = A + e.V_{max}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy tính năng lượng của phôtôn ứng với ánh sáng đỏ có bước sóng $\lambda = 0{,}75\mu m$

Trả lời

$$\varepsilon = h\frac{c}{\lambda} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^{8}}{0{,}75.10^{-6}} = 2{,}65.10^{-19}J = 1{,}66\,eV$$

C2. Theo bạn trong chùm ánh sáng màu đỏ có mấy loại phôtôn?

Trả lời

Màu đỏ có rất nhiều màu với các bước sóng khác nhau: đỏ đậm, đỏ lợt, đỏ hồng, ...

Vì vậy, nếu là chùm ánh sáng đỏ đơn sắc thì chỉ có một bước sóng và chỉ có một loại phôtôn.

Nhưng nếu là chùm ánh sáng tập hợp của nhiều màu đỏ thì có nhiều bước sóng và có nhiều loại phôtôn.

C3. Giải thích tại sao các êlectrôn nằm trong khối kim loại lại có động năng ban đầu (khi bứt ra) nhỏ hơn $\frac{1}{2}m_e v_{0max}^2$

Trả lời

Các êlectron nằm càng sâu trong kim loại do tương tác với các ion ở nút mạng và các êlectrôn khác, nên đòi hỏi công thoát lớn hơn các êlectrôn nằm ở sát bề mặt kim loại. Vì vậy, công thoát của các êlectrôn ở sát bề mặt kim loại là nhỏ nhất và gọi là A.

Năng lượng của một phôtôn khi đập vào êlectrôn một phần sẽ cung cấp năng lượng cho êlectrôn thoát khỏi kim loại và phần còn lại cung cấp cho chúng động năng ban đầu. Vì vậy, động năng của các êlectrôn ở sát bề mặt kim loại khi ra khỏi kim loại là lớn nhất ⇒ các êlectrôn quang điện nằm trong khối kim loại có động năng ban đầu W (khi bứt ra)thỏa:

$$W \le \frac{1}{2} m_e v_{o\max}^2$$

C4. Từ công thức $\varepsilon = hf = A + \frac{1}{2} m_e v_{o\max}^2$ hãy giải thích định luật quang điện thứ ba.

Trả lời

Công thức Anh-xtanh: $\varepsilon = hf = A + \frac{1}{2} m_e v_{o\max}^2 \Rightarrow h\frac{c}{\lambda} - A = \frac{1}{2} m_e v_{o\max}^2$

Ta thấy động năng cực đại ban đầu phụ thuộc vào bước sóng (λ) và công thoát (A), tức phụ thuộc bản chất kim loại làm catôt của tế bào quang điện.

Vậy: động năng ban đầu cực đại của êlectrôn quang điện không phụ thuộc vào cường độ của chùm ánh sáng kích thích, mà chỉ phụ thuộc vào bước sóng (hay tần số f) ánh sáng kích thích và bản chất kim loại.

C5. Theo bạn sóng và hạt có điểm gì khác nhau?

Trả lời

Lưỡng tính sóng – hạt là tính chất tổng quát của mọi vật, nhưng là hai mặt thể hiện trái ngược nhau của vật. Tính sóng được đặc trưng bởi các hiện tượng về sóng như giao thoa, nhiễu xạ ... và tính hạt được đặc trưng bởi khả năng đâm xuyên.

Vật nào có tính chất sóng càng mờ nhạt, tính chất hạt càng rõ rệt và ngược lại.

Ví dụ: sóng vô tuyến, sóng ánh sáng thấy được thì rất mạnh về tính chất sóng thể hiện qua hiện tượng giao thoa sóng, nhưng năng lượng phôtôn thì rất nhỏ. Tia Rơnghen, tia gamma lại rất mạnh về tính chất hạt thể hiện qua khả năng đâm xuyên, hiệu ứng quang điện.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

1. Trình bày nội dung của thuyết lượng tử ánh sáng.

Trả lời

Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững bài 44.

2. Giải thích các định luật quang điện bằng thuyết lượng tử ánh sáng.

Trả lời

- ***Định luật 1***
    - Êlectrôn trong nguyên tử kim loại bị hạt nhân giữ lại bởi lực hút tĩnh điện, giữa chúng có năng lượng liên kết, để bứt êlectrôn ra khỏi nguyên tử ta phải cung cấp cho nó năng lượng bằng hoặc lớn hơn

năng lượng liên kết đó. Năng lượng cung cấp bằng với năng lượng liên kết được gọi là công thoát A của êlectrôn. Mỗi kim loại có một công thoát riêng.

- Theo Anhxtanh, trong hiện tượng quang điện một êlectrôn trong kim loại hấp thụ trọn vẹn một phôtôn, mà mỗi phôtôn có năng lượng $\varepsilon = hf$.
- Như vậy muốn có hiện tượng quang điện thì năng lượng của phôtôn kích thích ε phải lớn hơn công thoát A của êlectrôn.

$$\varepsilon = hf = h\frac{c}{\lambda} \geq A \Rightarrow \frac{hc}{A} \geq \lambda$$

Đặt $\frac{hc}{A} = \lambda_o$; λ_o được gọi là giới hạn quang điện của kim loại làm catốt. *Vậy để có hiện tượng quang điện thì ta phải có:* $\lambda \leq \lambda_o$

- ***Định luật 2***
  - Khi hiện tượng quang điện xảy ra, ta có dòng quang điện bão hòa tỉ lệ với số êlectrôn phát ra ở catốt trong đơn vị thời gian về đến anốt.
  - Số êlectrôn phát ra ở catốt trong một đơn vị thời gian lại tỉ lệ với số phôtôn đập vào catốt trong một đơn vị thời gian.
  - Số phôtôn tới đập vào catốt trong một đơn vị thời gian theo thuyết lượng tử lại tỉ lệ với cường độ của nguồn sáng.

Từ đó ta có cường độ của của dòng quang điện bão hòa tỉ lệ với cường độ của nguồn sáng.

- ***Định luật 3***

Nếu êlectrôn hấp thụ phôtôn có năng lượng $\varepsilon > A$, thì năng lượng này chuyển thành công thoát A để giải phóng êlectrôn, phần còn lại sẽ cung cấp cho êlectrôn động năng ban đầu. Đối với các êlectrôn ở mặt kim loại thì động năng ban đầu là cực đại. Từ đó ta có :

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = A + E_{do\max} = A + \frac{1}{2}m_e v_{o\max}^2$$

Công thức này còn được gọi là công thức của Anhxtanh về hiện tượng quang điện.

Mỗi kim loại có công thoát A, do đó từ công thức trên ta thấy rằng động năng ban đầu cực đại chỉ phụ thuộc vào bước sóng mà không phụ thuộc vào cường độ của chùm ánh sáng chiếu tới, và vào bản chất của kim loại.

3. Thế nào là lưỡng tính sóng – hạt của ánh sáng?

Trả lời

- Ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt. Tính chất sóng thể hiện rõ rệt qua bước sóng λ và tính chất hạt thể hiện rõ rệt qua năng lượng phôtôn ε.

- Bước sóng λ càng lớn, tính chất sóng càng rõ và ngược lại năng lượng phôtôn ε càng lớn, tính chất hạt càng nổi trội.

▼

44.1. Theo giả thuyết lượng tử của Plăng thì năng lượng

A. của mọi êlectrôn

B. của mọi nguyên tử

C. của phân tử mọi chất

D. của một chùm ánh sáng đơn sắc

phải luôn luôn bằng một số lần lượng tử năng lượng.

Hướng dẫn giải

Theo giả thuyết lượng tử của Plăng thì năng lượng của một chùm ánh sáng đơn sắc phải luôn luôn bằng một số lần lượng tử năng lượng.

Đáp án: D

44.2. Theo thuyết phôtôn của Anh-xtanh, thì năng lượng

A. của mọi phôtôn đều bằng nhau.

B. của một phôtôn bằng một lượng tử năng lượng.

C. giảm dần khi phôtôn càng rời xa nguồn.

D. của phôtôn không phụ thuộc vào bước sóng.

Hướng dẫn giải

Theo thuyết phôtôn của Anh-xtanh, thì năng lượng của một phôtôn bằng một lượng tử năng lượng.

Đáp án:B

44.3. Công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện là:

A. $hf = \frac{1}{2}mv_0{}^2 + A$

B. $hf = \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 + A_0$

C. $h\frac{c}{\lambda} = \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 - A_0$

D. $h\frac{c}{\lambda} + h\frac{c}{\lambda_0} = \frac{1}{2}mv_0^2$

Hướng dẫn giải

Công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện là:

$$hf = \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 + A_0$$

Đáp án: B

44.4. Chiếu một chùm sáng có bước sóng 400 nm vào catôt bằng natri của một tế bào quang điện. Biết giới hạn quang điện của natri là 0,50 μm, hãy tính vận tốc ban đầu cực đại của các êlectrôn quang điện.

Hướng dẫn giải

Ta có $\lambda = 400\text{ nm} = 4.10^{-7}\text{m}$; $\lambda_o = 0{,}5\ \mu\text{m} = 5.10^{-7}\text{m}$

Công thức Anh-xtanh:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_o} + \frac{1}{2} m_e . v_{omax}^2 \Rightarrow v_{omax} = \sqrt{\frac{2}{m_e}\left(\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_o}\right)}$$

$$\Rightarrow v_{omax} = \sqrt{\frac{2.6,625.10^{-34}.3.10^8}{9,1.10^{-31}}\left(\frac{1}{4.10^{-7}} - \frac{1}{5.10^{-7}}\right)} = 4,7.10^5 \text{ m/s}$$

Đáp số: $4,7.10^5$ m/s

44.5. Chiếu vào catôt của một tế bào quang điện một chùm ánh sáng có bước sóng 0,330 μm. Biết rằng để triệt tiêu dòng quang điện phải đặt một hiệu điện thế hãm bằng 1,38V giữa anôt và catôt. Hãy xác định công thoát của electron khỏi kim loại và giới hạn quang điện của kim loại làm catôt.

Hướng dẫn giải

Ta có $\lambda = 0,33\mu m = 3,3.10^{-7} m$ $\qquad U_h = 1,38$ eV

$$h\frac{c}{\lambda} = A + e.U_h \Rightarrow h\frac{c}{\lambda} - e.U_h = A$$

$$\Rightarrow A = 6,625.10^{-34}.\frac{3.10^8}{3,3.10^{-7}} - 1,6.10^{-19}.1,38 = 3,815.10^{-19} J$$

$$h\frac{c}{\lambda_o} = A \Rightarrow \lambda_o = \frac{hc}{A} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{3,815.10^{-19}} = 5,2.10^{-7} m = 0,52 \mu m$$

Đáp án: $3,815.10^{-19}$J; 0,52 μm

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

44.6. Người ta rọi vào catốt của một tế bào quang điện các ánh sáng đơn sắc. Với ánh sáng có bước sóng $\lambda = 662,5$ nm, dòng quang điện bắt đầu triệt tiêu nếu giữa anốt và catốt có hiệu điện thế hãm U_h. Khi chiếu ánh sáng có bước sóng $\lambda' = 1,5\lambda$ thì hiệu điện thế hãm giảm còn một nửa.

Cho $h = 6,625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^8$m/s . Công thoát của êlectrôn đối với kim loại làm catốt là:

A. 10^{-20} J $\qquad$ B. 10^{-19} J $\qquad$ C. 10^{-18} J $\qquad$ D. 10^{-17} J

44.7. Một lá kẽm được chiếu bằng tia tử ngoại có bước sóng $\lambda = 0,3$ μm. Biết công thoát của e^- khỏi kẽm là 3,55 eV. Cho $h = 6,625.10^{-34}$ J.s, khối lượng êlectrôn là $m = 9,1.10^{-31}$ kg. Vận tốc ban đầu cực đại của quang êlectrôn thoát khỏi kẽm là:

A. $4,56.10^4$ m/s $\qquad$ B. $4,56.10^5$ m/s

C. $4,56.10^6$ m/s $\qquad$ D. $4,56.10^7$ m/s

44.8. Cho $h = 6,625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^8$m/s, $e = 1,6.10^{-19}$C. Công suất của nguồn bức xạ $\lambda = 0,3$ μm là P = 4 W, cường độ dòng quang điện bão hoà là I = 72 mA. Hiệu suất lượng tử là:

A. 1% $\qquad$ B. 0,75% $\qquad$ C. 10% $\qquad$ D. 7,5%

44.9. Chiếu lần lượt hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,35$ μm và $\lambda_2 = 0,54$ μm vào tấm kim loại thì thấy các êlectrôn bật ra có tốc độ ban đầu cực đại ứng với hai bức xạ trên là gấp hai lần nhau. Tính giới hạn quang điện λ_o của kim loại đó.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

44.6. ***A***

$$\frac{hc}{\lambda} = A + e|U_h| \Rightarrow e|U_h| = \frac{hc}{\lambda} - A$$

$$\frac{hc}{\lambda'} = A + e|U_h'| \Rightarrow e|U_h'| = \frac{hc}{\lambda'} - A$$

$$\Rightarrow \frac{U_h}{U_h'} = \frac{\dfrac{hc}{\lambda} - A}{\dfrac{hc}{\lambda'} - A} = 2 \Rightarrow A = \frac{hc}{3\lambda} = 10^{-20}\text{ J}$$

44.7. ***B***

Công thức Anhxtanh:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{o\max}^2}{2} \Rightarrow v_{o\max} = \sqrt{\frac{2}{m}\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right)} = 4,56.10^5\text{ m/s}$$

44.8. ***D***

$$n_\lambda = \frac{P\lambda}{hc} = \frac{4.0,3.10^{-6}}{6,625.10^{-34}.3.10^8} = 6.10^{18}$$

$$I = n_e e \Rightarrow n_e = \frac{I}{e} = \frac{72.10^{-3}}{1,6.10^{-19}} = 4,5.10^7$$

Hiệu suất lượng tử : $H = \dfrac{n_e}{n_\lambda} = 0,075 = 7,5\%$

44.9. Theo công thức Anhxtanh đối với hiệu ứng quang điện ta có:

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_o} + \frac{mv_{1\max}^2}{2} \qquad (1)$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_o} + \frac{mv_{2\max}^2}{2} \qquad (2)$$

Theo đề do $\lambda_1 < \lambda_2 \Rightarrow v_{1\max} = 2v_{2\max}$

Từ (1) và (2) suy ra: $\dfrac{\dfrac{hc}{\lambda_1} - \dfrac{hc}{\lambda_o}}{\dfrac{hc}{\lambda_2} - \dfrac{hc}{\lambda_o}} = \left(\dfrac{v_{1\max}}{v_{2\max}}\right)^2 = 4$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_o} = \frac{4}{\lambda_2} - \frac{4}{\lambda_o} \Rightarrow \frac{3}{\lambda_o} = \frac{4}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_o = \frac{3\lambda_1\lambda_2}{4\lambda_1 - \lambda_2} = 0,659\text{ μm}$$

Đáp số: 0,659 μm

Bài 46 – HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG QUANG ĐIỆN TRỞ – PIN QUANG ĐIỆN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Hiện tượng quang điện bên trong

a) Hiện tượng quang dẫn

Hiện tượng giảm điện trở suất, tức là tăng độ dẫn điện của bán dẫn khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào gọi là hiện tượng quang dẫn.

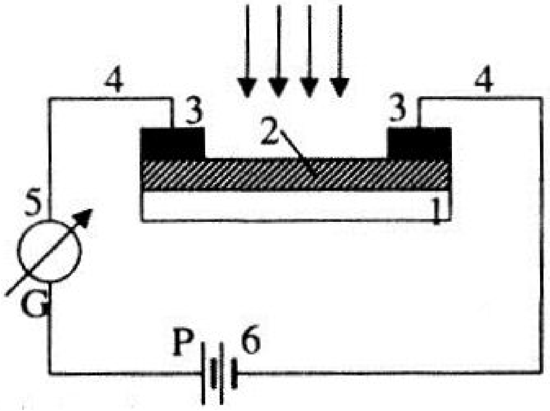
b) Hiện tượng quang điện trong

Hiện tượng tạo thành các êlectrôn dẫn và lỗ trống trong bán dẫn, do tác dụng của ánh sáng thích hợp, gọi là hiện tượng quang điện trong

- Có bước sóng giới hạn λ_0.
- Lượng tử ánh sáng làm êlectrôn bứt ra khỏi nguyên tử.
- Năng lượng cần thiết để giải phóng êlectrôn trong khối bán dẫn nhỏ hơn công thoát của êlectrôn khỏi kim loại, nên bước sóng giới hạn của hiện tượng quang điện bên trong có thể thuộc vùng hồng ngoại. Thí dụ: với chất CdS có $\lambda_0 = 0,9$ μm, còn với kim loại thì có λ_0 nhỏ hơn, thí dụ với kim loại Zn có $\lambda_0 = 0,35$μm

2. Quang điện trở

Là điện trở chất bán dẫn có trị giảm mạnh khi bị chiếu sáng.



a) Nguyên tắc: Dựa vào hiện tượng quang dẫn.

b) Cấu tạo: gồm lớp bán dẫn (2) ví dụ CdS, được phủ lên lớp đế cách điện (1). Hai đầu bán dẫn có hai điện cực (3), được nối ra mạch ngoài bởi dây dẫn (4).

c) Hoạt động: khi nối quang trở với nguồn điện P và đặt nó trong tối thì không có dòng điện chạy qua mạch. Khi rọi ánh sáng thích hợp lên lớp bán dẫn thì có dòng điện chạy qua mạch. Nguyên nhân là do độ dẫn điện của lớp bán dẫn tăng theo cường độ chùm sáng, nghĩa là điện trở của nó giảm. Thí nghiệm chứng tỏ rằng điện trở của quang trở giảm rất mạnh khi bị chiếu ánh sáng nói trên.

3. Pin quang điện

Là nguồn điện trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện

năng. Hoạt động của pin quang điện dựa trên hiện tượng quang điện trong của một số chất bán dẫn như đồng oxit, sêlen, silic...
Khả năng trực tiếp biến quang năng thành điện năng được ứng dụng để chế tạo thành pin Mặt Trời.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Nêu những điểm giống nhau và khác nhau giữa hiện tượng quang điện trong và hiện tượng quang điện bên ngoài đã xét ở bài 43.

Trả lời

- Hiện tượng quang điện bên ngoài: là hiện tượng êlectrôn bứt ra khỏi mặt ngoài của kim loại khi có ánh sáng chiếu vào tấm kim loại.
- Hiện tượng quang điện bên trong: là hiện tượng giảm mạnh điện trở của chất bán dẫn khi bị chiếu sáng còn được gọi là hiện tượng quang dẫn.

➢ *Giống nhau:*

- Đều có bước sóng giới hạn.
- Đều bứt được các êlectrôn bứt ra *khỏi* nguyên tử.

➢ *Khác nhau:*

- Hiện tượng quang điện bên ngoài bứt êlectrôn ra khỏi khối chất, còn hiện tượng quang điện bên trong chuyển êlectrôn liên kết thành êlectrôn dẫn ngay trong khối chất.
- Năng lượng cần thiết để giải phóng êlectrôn trong khối bán dẫn nhỏ hơn công thoát của êlectrôn khỏi kim loại, nên bước sóng giới hạn của hiện tượng quang điện bên trong có thể thuộc vùng hồng ngoại. Thí dụ với chất CdS có $\lambda_o = 0{,}9\mu m$, còn với kim loại thì có λ_o nhỏ hơn, thí dụ với kim loại Zn có $\lambda_o = 0{,}35\mu m$.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Thế nào là hiện tượng quang điện trong, hiện tượng quang dẫn?

Trả lời

- ***Hiện tượng quang dẫn***
  Hiện tượng giảm điện trở suất, tức là tăng độ dẫn điện của bán dẫn khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào gọi là hiện tượng quang dẫn.
- ***Hiện tượng quang điện trong***
  Hiện tượng tạo thành các êlectrôn dẫn và lỗ trống trong bán dẫn, do tác dụng của ánh sáng thích hợp gọi là hiện tượng quang điện trong.

2. Tại sao tia hồng ngoại chỉ gây ra được hiện tượng quang điện trong, còn tia tử ngoại mới gây được hiện tượng quang điện ngoài.

Trả lời

Năng lượng cần thiết để giải phóng êlectrôn trong khối bán dẫn nhỏ hơn công thoát của êlectrôn khỏi kim loại, nên bước sóng giới hạn của hiện tượng quang điện bên trong có thể thuộc vùng hồng ngoại.

Thí dụ: với chất CdS có $\lambda_0 = 0{,}9\ \mu m$, còn với kim loại thì có λ_0 nhỏ hơn, thí dụ với kim loại Zn có $\lambda_0 = 0{,}35 \mu m$.

3. Quang điện trở là gì?

Trả lời

Là điện trở bán dẫn có trị giảm mạnh khi bị chiếu sáng.

4. Giải thích vắn tắt hoạt động của pin quang điện.

Trả lời

Xem SGK trang 273

▼

46.1. Hiện tượng quang dẫn là hiện tượng

A. một chất cách điện trở thành dẫn điện khi được chiếu sáng.

B. giảm điện trở của kim loại khi được chiếu sáng.

C. giảm điện trở của chất bán dẫn khi được chiếu sáng.

D. truyền dẫn ánh sáng theo các sợi quang học uốn cong một cách bất kì.

Hướng dẫn giải

Hiện tượng quang dẫn là hiện tượng giảm điện trở của chất bán dẫn khi được chiếu sáng.

Đáp án: C

46.2 Theo định nghĩa, hiện tượng quang điện trong là:

A. hiện tượng quang điện xảy ra bên trong một khối kim loại.

B. hiện tượng quang điện xảy ra bên trong một chất bán dẫn.

C. nguyên nhân sinh ra hiện tượng quang dẫn.

D. sự giải phóng các êlectrôn liên kết để chúng trở thành êlectrôn dẫn nhờ tác dụng của một bức xạ điện từ.

Hướng dẫn giải

Hiện tượng quang điện trong là sự giải phóng các êlectrôn liên kết để chúng trở thành êlectrôn dẫn nhờ tác dụng của một bức xạ điện từ.

Đáp án: D

46.3 Pin quang điện là nguồn điện trong đó:

A. quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

B. năng lượng Mặt Trời được biến đổi trực tiếp thành điện.

C. một tế bào quang điện được dùng làm máy phát điện.

D. một quang điện trở, khi được chiếu sáng thì trở thành một máy phát điện.

Hướng dẫn giải

Pin quang điện là nguồn điện trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

Đáp án: A

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

46.4. Suất điện động của một pin quang điện có đặc điểm nào dưới đây?

A. Có giá trị rất lớn.

B. Có giá trị rất nhỏ.

C. Chỉ xuất hiện khi pin được chiếu sáng.

D. Có giá trị không đổi, không phụ thuộc điều kiện bên ngoài.

46.5. Quang trở (LDR):

A. là điện trở có giá trị giảm mạnh khi bị chiếu sáng.

B. nguyên tắc hoạt động dựa vào hiện tượng quang dẫn.

C. có độ dẫn điện của lớp bán dẫn tăng theo cường độ chùm sáng.

D. A, B, C đều đúng.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

46.4. ***C***

Suất điện động của một pin quang điện có đặc điểm chỉ xuất hiện khi pin được chiếu sáng.

46.5. ***D***

Quang trở (LDR):

- là điện trở có giá trị giảm mạnh khi bị chiếu sáng.
- nguyên tắc hoạt động dựa vào hiện tượng quang dẫn.
- có độ dẫn điện của lớp bán dẫn tăng theo cường độ chùm sáng

⇒ A, B, C đều đúng.

Đáp án: D

Bài 47 – MẪU NGUYÊN TỬ VÀ QUANG PHỔ VẠCH CỦA NGUYÊN TỬ HIĐRÔ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Hai tiên đề của Bo

a) Tiên đề về trạng thái dừng

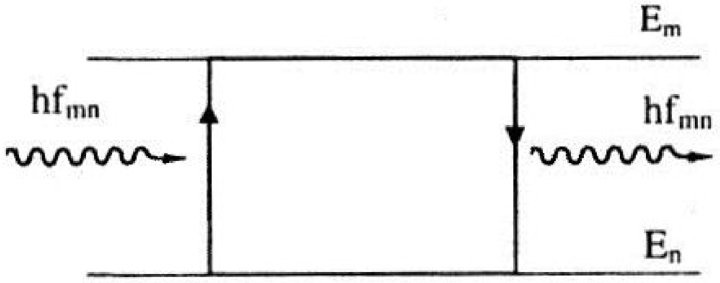
- Nguyên tử chỉ tồn tại ở những trạng thái có năng lượng xác định, gọi là trạng thái dừng. Trong các trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ.
- Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, êlectrôn chuyển động quanh hạt nhân trên những quĩ đạo xác định gọi là những quĩ đạo dừng. Ở quĩ đạo n, có bán kính tương ứng r_n.

$$r_n = n^2 r_1 \quad \text{với} \quad r_1 = 0{,}53.10^{-10}(\text{m})$$

- Năng lượng của trạng thái dừng n trong nguyên tử hirô được cho bởi:

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \quad \text{Với } E_0 = 21{,}76.10^{-19}\,\text{J} = 13{,}6\text{ eV}$$

b) Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử



- Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_m về E_n ($E_m > E_n$) thì nguyên tử phát xạ ra một phôtôn tần số f_{mn} tương ứng với bước sóng λ_{mn} thỏa:

$$\varepsilon = hf_{mn} = E_m - E_n \quad \text{với} \quad \lambda_{mn} = \frac{h}{f_{mn}}$$

- Ngược lại, nguyên tử đang ở trạng thái dừng có năng lượng E_n hấp thụ một phôtôn có năng lượng hf_{mn} đúng bằng hiệu E_m - E_n thì nó chuyển sang trạng thái dừng E_m.

2. Các dãy phổ chính của nguyên tử hiđrô

a) Dãy Lai-man

Khi êlectrôn (n > 1) về quĩ đạo K (n =1).

$$\frac{1}{\lambda_{n1}} = \frac{E_o}{hc}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right) \text{ với } n \geq 2$$

Các vạch thuộc vùng tử ngoại.

b) Dãy Ban-me

Khi êlectrôn chuyển từ quĩ đạo bên ngoài (n > 2) về quĩ đạo L (n = 2) thì phát ra các vạch thuộc dãy Banme.

$$\frac{1}{\lambda_{n2}} = \frac{E_o}{hc}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right) \text{ với } n \geq 3$$

Gồm 4 vạch: đỏ H_α (0,656μm), lam H_β (0,486μm) chàm H_γ (0,434μm), tím H_δ (0,410)μm và một phần ở vùng tử ngoại.

c) Dãy Pa-sen

Khi các êlectrôn chuyển từ quĩ đạo bên ngoài (n > 3) về quĩ đạo M(n = 3).

$$\frac{1}{\lambda_{n3}} = \frac{E_o}{hc}\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right) \text{ với } n \geq 4$$

Các vạch thuộc vùng hồng ngoại.

3. Năng lượng ion hóa của nguyên tử hiđrô W

Năng lượng cần thiết để bứt êlectrôn ở trạng thái cơ bản ra khỏi nguyên tử hiđrô.

$$W = E_\infty - E_1 = E_o = 13,6\text{eV}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Tính năng lượng của phôtôn ứng với vạch lam H_β

Trả lời

Ta có $\lambda_\beta = 0,4861\mu m = 0,4861.10^{-6}m$

$$\Rightarrow \varepsilon = h\frac{c}{\lambda_\beta} = 6,65.10^{-34}\frac{3.10^8}{0,4861.10^{-6}} = 4,1.10^{-19}\text{ J}$$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Trình bày hai tiên đề của Bo.

Trả lời

Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững ở đầu bài 47 .

2. Mô tả quang phổ vạch của hiđrô và giải thích sự tạo thành các dãy quang phổ.

Trả lời

Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững ở đầu bài 47.

▼

47.1. Trạng thái dừng của một nguyên tử là

A. trạng thái đứng yên của nguyên tử.

B. trạng thái chuyển động đều của nguyên tử.

C. trạng thái trong đó mọi êlectrôn của nguyên tử đều không chuyển động đối với hạt nhân.

D. một trong số các trạng thái có năng lượng xác định, mà nguyên tử có thể tồn tại.

Hướng dẫn giải

Trạng thái dừng của một nguyên tử là một trong số các trạng thái có năng lượng xác định, mà nguyên tử có thể tồn tại.

Đáp án: D

47.2. Ở trạng thái dừng, nguyên tử

A. không bức xạ và không hấp thụ năng lượng.

B. không bức xạ, nhưng có thể hấp thụ năng lượng.

C. không hấp thụ, nhưng có thể bức xạ năng lượng.

D. vẫn có thể hấp thụ và bức xạ năng lượng.

Hướng dẫn giải

Ở trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ, nhưng có thể hấp thụ năng lượng.

Đáp án:B

47.3. Dãy Ban-me ứng với sự chuyển êlectrôn từ quĩ đạo ở xa hạt nhân về quĩ đạo nào sau đây?

A. Quĩ đạo K. B. Quĩ đạo L. C. Quĩ đạo M. D. Quĩ đạo N.

Hướng dẫn giải

Dãy Ban-me ứng với sự chuyển êlectrôn từ quĩ đạo ở xa hạt nhân về L.

Đáp án:B

47.4. Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất trong dãy Lai-man là $\lambda_0 = 122$ nm, của hai vạch H_α, H_β lần lượt là $\lambda_1 = 0{,}656\ \mu m$ và $\lambda_2 = 0{,}486\ \mu m$. Hãy tính bước sóng hai vạch tiếp theo trong dãy Lai-man và vạch đầu tiên trong dãy Pa-sen.

Hướng dẫn giải

$\lambda_0 = \lambda_{21} = 122\ \text{nm} = 0{,}122\ \mu m$; $\lambda_1 = \lambda_{32} = 0{,}656\ \mu m$ và $\lambda_2 = \lambda_{42} = 0{,}486\ \mu m$

Ta có theo tiên đề Bo :

$$\frac{hc}{\lambda_{21}} = E_2 - E_1; \quad \frac{hc}{\lambda_{32}} = E_3 - E_2; \quad \frac{hc}{\lambda_{42}} = E_4 - E_2;$$

Hai bước sóng tiếp theo trong dãy Laiman là λ_{31} và λ_{41}

$$\frac{hc}{\lambda_{31}} = E_3 - E_1 = (E_3 - E_2) + (E_2 - E_1) = \frac{hc}{\lambda_{32}} + \frac{hc}{\lambda_{21}}$$

$$\Rightarrow \lambda_{31} = \frac{\lambda_{21}\lambda_{32}}{\lambda_{21} + \lambda_{32}} = \frac{0,122 \,.\, 0,656}{0,122 + 0,656} = 0,1029\mu m$$

$$\frac{hc}{\lambda_{41}} = E_4 - E_1 = \left(E_4 - E_2\right) + \left(E_2 - E_1\right) = \frac{hc}{\lambda_{42}} + \frac{hc}{\lambda_{21}}$$

$$\Rightarrow \lambda_{41} = \frac{\lambda_{21}\lambda_{42}}{\lambda_{21} + \lambda_{42}} = \frac{0,122 \,.\, 0,486}{0,122 + 0,486} = 0,0975\mu m$$

Tương tự ta có bước sóng đầu tiên trong dãy Pasen λ_{43}

$$\frac{hc}{\lambda_{43}} = E_4 - E_3 = \left(E_4 - E_2\right) - \left(E_3 - E_2\right) = \frac{hc}{\lambda_{42}} - \frac{hc}{\lambda_{32}}$$

$$\Rightarrow \lambda_{43} = \frac{\lambda_{32}\lambda_{42}}{\lambda_{32} - \lambda_{42}} = \frac{0,656 \times 0,486}{0,656 - 0,486} = 1,875\mu m$$

Đáp số: 0,1029 μm; 0,0975 μm; 1,875 μm

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

47.5. Khoảng cách giữa các mức năng lượng dừng trong nguyên tử hiđrô có tính chất:

A. Cách đều nhau.

B. Càng cách xa nhau khi ra xa hạt nhân.

C. Càng sát nhau khi càng ra xa hạt nhân.

D. Cả A, B, C đều sai.

47.6. Một nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_M = -1,5 eV sang trạng thái năng lượng E_L= -3,4 eV. Bước sóng của bức xạ phát ra:

A. 0,434 μm　　B. 0,486 μm　　C. 0,564 μm　　D. 0,654 μm

47.7. Nguyên tử hiđrô ở mức năng lượng kích thích N, khi chuyển xuống mức năng lượng thấp sẽ phát ra:

A. đúng 4 vạch phổ.　　B. nhỏ hơn hoặc bằng 6 vạch phổ.

C. đúng 6 vạch phổ.　　D. nhỏ hơn hoặc bằng 4 vạch phổ.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

47.5. ***C***

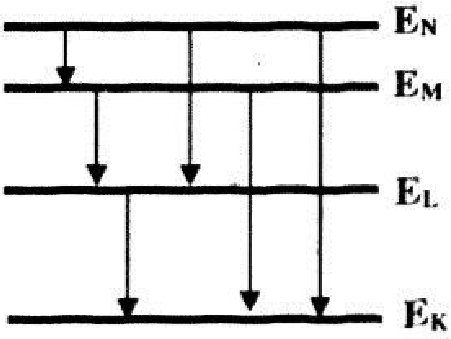
Khoảng cách giữa các mức năng lượng dừng trong nguyên tử hiđrô có tính chất: càng sát nhau khi càng ra xa hạt nhân.

47.6. ***D***

Theo tiên đề thứ hai của Bo ta có:

$$\frac{hc}{\lambda_{ML}} = E_L - E_M$$

Suy ra: $\lambda_{ML} = \frac{hc}{E_M - E_L} = 0,654\ \mu m$



Hình 47.1

47.7. *B*

Nguyên tử hiđrô ở mức năng lượng kích thích N, khi chuyển xuống mức năng lượng thấp sẽ phát ra nhỏ hơn hoặc bằng 6 vạch phổ như hình 47.1.

Bài 48 – HẤP THỤ VÀ PHẢN XẠ LỌC LỰA ÁNH SÁNG MÀU SẮC CÁC VẬT

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. *Hấp thụ ánh sáng*

- Hấp thụ ánh sáng là hiện tượng môi trường vật chất làm giảm cường độ của dòng ánh sáng truyền qua nó.

a) Định luật hấp thụ ánh sáng

- Cường độ I của chùm sáng đơn sắc truyền qua môi trường hấp thụ giảm theo định luật hàm mũ của độ dài d của đường đi tia sáng.

$$I = I_0 e^{-\alpha d}$$

với I_0 là cường độ chùm sáng đến môi trường, α là hệ số hấp thụ của môi trường. Đây là định luật Baghe - Lam-be.

b) Hấp thụ lọc lựa

- Sự hấp thụ ánh sáng của môi trường của các ánh sáng đơn sắc có bước sóng khác nhau là khác nhau gọi là hấp thụ ánh sáng có tính lọc lựa, hệ số hấp thụ của môi trường phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng.
- Môi trường không hấp thụ ánh sáng trong miền nào thì được gọi là trong suốt trong miền đó.
- Những vật không hấp thụ ánh sáng trong miền khả kiến, được gọi là vật trong suốt không màu.
- Những vật hấp thụ lọc lựa ánh sáng trong miền khả kiến, được gọi là vật trong suốt có màu.

2. Phản xạ ánh sáng

- Ánh sáng có bước sóng khác nhau được phản xạ nhiều ít khác nhau từ vật. Đó là *sự phản xạ lọc lựa.*
- Phổ của ánh sáng phản xạ phụ thuộc vào phổ của ánh sáng chiếu tới và bề mặt chất phản xạ.

3. Màu sắc của vật

- Nếu vật phản xạ tất cả ánh sáng có bước sóng khác nhau chiếu vào nó, thì theo hướng phản xạ sẽ nhìn thấy vật có màu trắng.

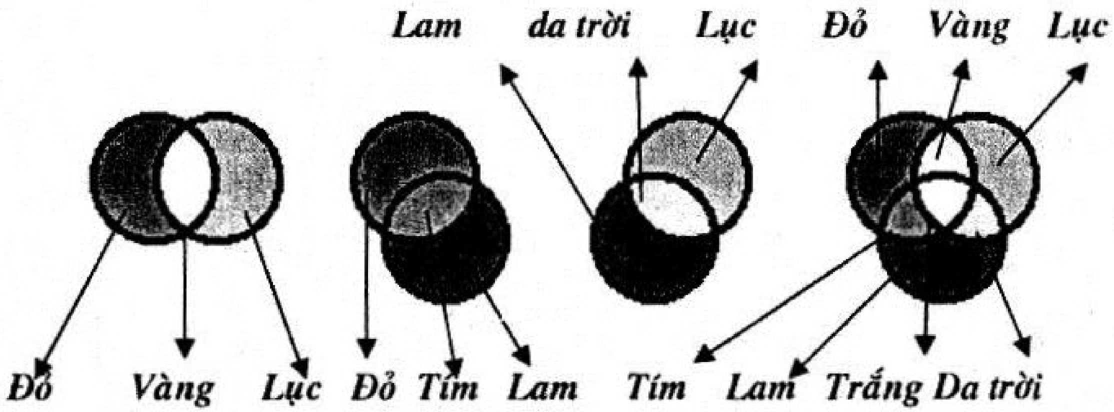
- Nếu vật hấp thụ tất cả ánh sáng có bước sóng khác nhau chiếu vào nó, thì theo hướng phản xạ sẽ nhìn thấy vật có màu đen.
- Nếu vật hấp thụ đa số bức xạ chính trong quang phổ của ánh sáng trắng, vật có màu xám.
- Màu sắc của vật phụ thuộc vào màu sắc ánh sáng rọi vào, khi nói một vật có màu nào đó có nghĩa là ta đã mặc định chiếu nó bằng ánh sáng trắng.

4. Sự trộn các ánh sáng màu

Có thể trộn hai hay nhiều ánh sáng màu với nhau để được màu khác hẳn.

Ba màu đỏ, lục, lam là 3 màu cơ bản:

- Nếu trộn 2 trong số 3 màu cơ bản với cùng một cường độ thì ta thu được các màu vàng, tím, xanh da trời. Hình 48.1.
- Nếu trộn 3 màu cơ bản với cùng cường độ ta thu được màu trắng. Hình 48.1.
- Nếu trộn 3 màu cơ bản với nhau theo tỉ lệ cường độ thích hợp thì ta có thể thu được đủ các màu trong tự nhiên.
- Trộn các ánh sáng có màu từ đỏ đến tím với nhau cũng thu được ánh sáng trắng.



Hình 48.1.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Khi cho chùm sáng trắng đi qua đèn có khí hiđrô nung nóng, nhờ máy quang phổ ta quan sát thấy gì ?

Trả lời

Ta quan sát thấy quang phổ vạch hấp thụ của nguyên tử hiđrô. Nghĩa là có bốn vạch đen trên nền quang phổ liên tục xuất hiện ngay tại các vị trí (đỏ, lam, chàm, tím) quang phổ vạch phát xạ của nguyên tử hiđrô.

C2. Nhìn Mặt Trời qua tấm kính lọc màu đỏ ta thấy Mặt Trời có màu đỏ. Nếu chiếu vào kính lọc màu đỏ chùm ánh sáng tím ta thấy tấm kính có màu gì ?

Trả lời

- Khi nhìn qua kính lọc màu đỏ ta thấy Mặt Trời có màu đỏ, vì kính lọc đã hấp thụ các bức xạ khác trong quang phổ của Mặt Trời và chỉ để bức xạ màu đỏ đi qua.
- Ánh sáng màu tím là sự trộn của hai màu đỏ và xanh lam. Do đó khi chiếu ánh sáng màu tím ta sẽ thấy kính lọc hấp thụ màu lam và chỉ cho màu đỏ đi qua. Do đó, tấm kính có màu đỏ.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Hiện tượng hấp thụ ánh sáng là gì? Phát biểu định luật hấp thụ ánh sáng.

Trả lời

- *Hiện tượng*

  Hấp thụ ánh sáng là hiện tượng môi trường vật chất làm giảm cường độ của dòng ánh sáng truyền qua nó.
- *Định luật hấp thụ ánh sáng*

  Cường độ I của chùm sáng đơn sắc truyền qua môi trường hấp thụ giảm theo định luật hàm mũ của độ dài d của đường đi tia sáng.

$$I = I_o e^{-\alpha d}$$

với I_o là cường độ chùm sáng đến môi trường, α là hệ số hấp thụ của môi trường. Đây là định luật Baghe- Lam-be.

2. Thế nào là sự hấp thụ lọc lựa. Nêu ví dụ.

Trả lời

Sự hấp thụ ánh sáng của môi trường của các ánh sáng đơn sắc có bước sóng khác nhau là khác nhau gọi là hấp thụ ánh sáng có tính lọc lựa, hệ số hấp thụ của môi trường phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng.

Ví dụ: Khi chiếu vào kính lục chùm ánh sáng Mặt Trời, tấm kính sẽ hấp thụ tất cả các màu và chỉ cho màu lục truyền qua.

3. Thế nào là sự phản xạ lọc lựa. Nêu ví dụ.

Trả lời

- Ánh sáng có bước sóng khác nhau được phản xạ nhiều ít khác nhau từ vật. Đó là *sự phản xạ lọc lựa.*
- Phổ của ánh sáng phản xạ phụ thuộc vào phổ của ánh sáng chiếu tới và bề mặt chất phản xạ.

  Ví dụ: Khi chiếu vào tấm bìa đỏ chùm ánh sáng Mặt Trời, tấm bìa sẽ hấp thụ tất cả các màu và chỉ phản xạ màu đỏ nên ta thấy tấm bìa có màu đỏ.

48.1. Cường độ của chùm sáng đơn sắc truyền qua môi trường hấp thụ

A. giảm tỉ lệ với độ dài đường đi của tia sáng.

B. giảm tỉ lệ với bình phương độ dài đường đi của tia sáng.

C. giảm theo định luật hàm mũ của độ dài đường đi của tia sáng.

D. giảm theo tỉ lệ nghịch với độ dài đường đi của tia sáng.

Hướng dẫn giải

Cường độ của chùm sáng đơn sắc truyền qua môi trường hấp thụ giảm theo định luật hàm mũ của độ dài đường đi của tia sáng.

$$I = I_o e^{-\alpha d}$$

Đáp án : C

48.2. Khi chiếu vào tấm bìa đỏ chùm ánh sáng tím, ta thấy tấm bìa có màu

A. Tím. B. Đỏ. C. Vàng. D. Đen.

Hướng dẫn giải

Ánh sáng tím là sự trộn màu của ánh sáng màu đỏ và lam với cùng một cường độ. Khi chiếu vào tấm bìa đỏ chùm ánh sáng tím, tấm bìa sẽ hấp thụ màu lam và tán xạ màu đỏ nên ta thấy tấm bìa có màu đỏ.

Đáp án: B

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

48.3. Chiếu một chùm ánh sáng vàng vào mặt một tấm bảng màu xanh lục. Khi đó ta thấy tấm bảng có màu:

A. đỏ B. lục C. lam D. đen.

48.4. Vật trong suốt không màu là

A. vật không hấp thụ các bức xạ ánh sáng trong vùng khả kiến.

B. vật chỉ hấp thụ một số bức xạ ánh sáng trong vùng nhìn thấy được.

C. vật không cho ánh sáng trắng đi qua.

D. khi chiếu ánh sáng đỏ qua nó ta thu được ánh sáng trắng.

48.5. Khi chiếu chùm ánh sáng đơn sắc cường độ I_o qua môi trường hấp thụ dày d có hệ số hấp thụ α. Để cường độ ánh sáng qua môi trường chỉ còn một nửa, ta có

A. $d = \alpha$ B. $d = \frac{\ln 2}{\alpha}$ C. $d = \ln 2.\alpha$ D. $d = \frac{1}{\alpha}$

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

48.3. ***B***

Chùm ánh sáng vàng là tập hợp của màu cơ bản: đỏ và lục. Khi chiếu một chùm ánh sáng vàng vào mặt một tấm bảng màu xanh lục, tấm bảng sẽ hấp thu màu đỏ và cho tia phản xạ màu lục đi vào mắt người quan sát. Vì vậy, ta thấy tấm bảng có màu lục.

48.4. *A*

Vật trong suốt không màu là vật không hấp thụ các bức xạ ánh sáng trong vùng khả kiến.

48.5. *B*

Cường độ I của chùm sáng đơn sắc truyền qua môi trường hấp thụ giảm theo định luật hàm mũ của độ dài d của đường đi tia sáng.

$$I = I_o e^{-\alpha d}$$

Để cường độ ánh sáng qua môi trường chỉ còn một nửa, ta có:

$$I = \frac{I_0}{2} \Rightarrow I = I_o e^{-\alpha d} = \frac{I_0}{2}$$

$$e^{\alpha d} = 2 \Rightarrow d = \frac{\ln 2}{\alpha}$$

Bài 49 – SỰ PHÁT QUANG – SƠ LƯỢC VỀ LAZE

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Hiện tượng phát quang

a) *Sự phát quang*

- Sự phát quang là một dạng phát ánh sáng phổ biến trong tự nhiên. Có một số chất rắn, lỏng, khí khi hấp thụ năng lượng dưới dạng nào đó, thì có khả năng phát ra các bức xạ điện từ trong vùng ánh sáng nhìn thấy được gọi là sự phát quang.
- Bức xạ phát quang là bức xạ riêng của vật. Mỗi chất phát quang có quang phổ đặc trưng cho nó.
- Sau khi ngừng kích thích, sự phát quang của một số chất còn kéo dài trong khoảng thời gian nào đó. Thời gian từ lúc ngừng kích thích cho tới lúc ngừng phát quang gọi là *thời gian phát quang* có thể từ 10^{-10} giây đến nhiều ngày.

b) *Các dạng phát quang*

Hai loại phát quang: huỳnh quang và lân quang.

- *Huỳnh quang*: là hiện tượng phát quang tắt ngay khi ngừng chiếu ánh sáng kích thích, thời gian phát quang dưới 10^{-8}s. Nó thường xảy ra với chất lỏng và chất khí.
- *Lân quang*: là hiện tượng mà ánh sáng phát quang còn kéo dài một thời gian sau khi tắt ánh sáng kích thích (10^{-6}s trở lên). Nó thường xảy ra với các vật rắn.

c) Định luật xtốc

Ánh sáng phát quang có bước sóng λ' dài hơn bước sóng λ của ánh sáng kích thích $\lambda < \lambda'$.

d) Ứng dụng

Ứng dụng hiện tượng phát quang trong: đèn ống, màn hình tivi, máy tính, sơn phát quang ....

2. Sơ lược laze

a) Đặc điểm

- Tia laze có tính đơn sắc rất cao. Độ sai lệch tương đối của tần số ánh sáng do laze phát ra, $\frac{\Delta f}{f}$, có thể chỉ bằng 10^{-15}.
- Tia laze là chùm sáng kết hợp (các phôtôn trong chùm có cùng tần số cùng pha)
- Tia laze là chùm sáng song song (có tính định hướng cao)
- Tia laze có cường độ lớn. Chẳng hạn tia laze rubi (hồng ngọc) có cường độ đến 10^6 W/cm^2.
- Như vậy có thể xem laze là một nguồn sáng phát ra chùm sáng song song, kết hợp, có tính đơn sắc rất cao và có cường độ lớn.

b) Các loại laze

- Laze rắn có công suất lớn như laze thủy tinh pha nêodin
- Laze khí (He-Ne; CO_2, Ar, N...).
- Lade bán dẫn.

c) Ứng dụng của laze

Thông tin liên lạc, y khoa, dùng trong đầu đọc đĩa CD, khoan, cắt, tôi....

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Căn cứ vào các đặc điểm của sự phát quang thì sự phản xạ, sự bức xạ nhiệt (bức xạ do vật bị nung nóng) có phải là sự phát quang không ?

Trả lời

Do bản chất của sự phản xạ là phụ thuộc hoàn toàn vào chùm sáng chiếu tới. Chùm tia phản xạ của chùm ánh sáng chiếu tới sẽ còn đầy đủ các bức xạ tới, hoặc chỉ còn vài bức xạ của chùm sáng chiếu tới.

Bức xạ nhiệt phụ thuộc vào nhiệt độ của vật, cùng một vật nhưng ở nhiệt độ khác nhau phổ bức xạ nhiệt của nó cũng khác nhau.

Trong khi đó bức xạ phát quang là bức xạ riêng của vật. Mỗi chất phát quang có quang phổ đặc trưng cho nó.

Do đó phản xạ và bức xạ nhiệt không phải sự phát quang.

C2. Dựa vào thuyết phôtôn hãy giải thích tại sao $\lambda' > \lambda$.

Trả lời

Khi chiếu ánh sáng có bước sóng λ vào chất phát quang, nguyên tử chất phát quang sẽ hấp thụ phôtôn (lượng tử ánh sáng) có năng lượng $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$, nguyên tử sẽ chuyển lên trạng thái năng lượng cao, nhưng do dao động, mất mát năng lượng do các quá trình không phải bức xạ, nên sau đó nguyên tử phát lại lượng tử $\varepsilon' = \frac{hc}{\lambda'}$ với $\varepsilon' < \varepsilon \Rightarrow \varepsilon' < \varepsilon \Rightarrow \frac{hc}{\lambda'} < \frac{hc}{\lambda'} \Rightarrow \lambda < \lambda'$.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Nêu một số ví dụ về hiện tượng phát quang. Phân biệt lân quang và huỳnh quang.

Trả lời

- Ví dụ:
  - Ban đêm, khi nhìn mặt đồng hồ dạ quang ta thấy kim và các con số trên mặt đồng hồ vẫn sáng.
  - Sự phát sáng của đèn ống.
- Phân biệt lân quang và huỳnh quang
  - *Huỳnh quang*: là hiện tượng phát quang tắt ngay khi ngừng chiếu ánh sáng kích thích, thời gian phát quang dưới 10^{-8}s. Nó thường xảy ra với chất lỏng và chất khí.
  - *Lân quang*: là hiện tượng mà ánh sáng phát quang còn kéo dài một thời gian sau khi tắt ánh sáng kích thích (10^{-6}s trở lên). Nó thường xảy ra với các vật rắn.

2. Phát biểu định luật Stốc về sự phát quang.

Trả lời

Ánh sáng phát quang có bước sóng λ' dài hơn bước sóng λ của ánh sáng kích thích $\lambda < \lambda'$.

3. Laze là gì? Nêu một số ứng dụng của laze.

Trả lời

- *Định nghĩa*

  Laze là máy khuếch đại ánh sáng bằng sự phát xạ cảm ứng.
- *Ứng dụng*
  - *Trong y học:* làm dao mổ trong phẫu thuật tinh vi như mắt, mạch máu...
  - *Trong thông tin liên lạc:* dùng trong liên lạc vô tuyến định vị, liên lạc vệ tinh, điều khiển tàu vũ trụ...

- *Trong công nghiệp:* dùng để khoan cắt, tôi ...với độ chính xác cao.
- *Trong trắc địa:* dùng để đo khoảng cách, ngắm đường thẳng...

▼

49.1. Ánh sáng huỳnh quang

A. tồn tại một thời gian trên 10^{-8} s sau khi tắt ánh sáng kích thích.

B. hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sáng kích thích.

C. có bước sóng nhỏ hơn bước sóng ánh sáng kích thích.

D. do các tinh thể phát ra, khi được kích thích bằng ánh sáng thích hợp.

Đáp án*: *B

49.2. Ánh sáng lân quang là

A. được phát ra bởi cả chất rắn, chất lỏng lẫn chất khí.

B. hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sáng kích thích.

C. có thể tồn tại rất lâu sau khi tắt ánh sáng kích thích.

D. có bước sóng nhỏ hơn bước sóng ánh sáng kích thích.

Đáp án*: *C

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

49.3. Phát biểu nào sau đây sai khi nói về hiện tượng huỳnh quang

A. Hiện tượng huỳnh quang là hiện tượng phát quang của các chất khí khi bị chiếu ánh sáng kích thích.

B. Khi tắt ánh sáng kích thích thì hiện tượng huỳnh quang còn kéo dài một khoảng thời gian trước khi tắt.

C. Năng lượng phôtôn phát ra từ hiện tượng huỳnh quang nhỏ hơn năng lượng phôtôn của ánh sáng kích thích.

D. Huỳnh quang còn được gọi là sự phát sáng lạnh.

49.4. Phát biểu nào sau đây sai khi nói về hiện tượng lân quang

A. Nguyên nhân chính của sự lân quang là do các tinh thể phản xạ ánh sáng chiếu vào nó.

B. Ánh sáng lân quang có thể tồn tại rất lâu sau khi tắt ánh sáng kích thích.

C. Hiện tượng lân quang là hiện tượng phát quang của chất rắn.

D. Sự phát sáng của các tinh thể khi bị chiếu sáng thích hợp được gọi là hiện tượng lân quang.

49.5. Laze là:

A. một nguồn sáng phát ra chùm sáng song song, kết hợp, cường độ lớn.

B. một nguồn sáng phát ra một số bức xạ đơn sắc song song, kết hợp, cường độ lớn.

C. một nguồn sáng phát ra chùm sáng đơn sắc song song, kết hợp, cường độ lớn.

D. một nguồn sáng phát ra chùm sáng trắng song song, kết hợp, cường độ lớn.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

49.3. *B*

Khi tắt ánh sáng kích thích thì ánh sáng huỳnh quang hầu như tắt ngay ⇒ câu B sai.

49.4. *A*

Nguyên nhân chính của sự lân quang là do các tinh thể phát xạ ánh sáng khi bị ánh sáng kích thích chiếu vào nó, chứ không phải phản xạ ánh sáng chiếu vào nó ⇒ câu A sai.

49.5. *C*

Laze là một nguồn sáng phát ra chùm sáng đơn sắc song song, kết hợp, cường độ lớn.

CHƯƠNG VIII
SƠ LƯỢC VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP

Bài 50 – THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Các tiên đề Anh-xtanh

- ***Tiên đề 1***

  Hiện tượng vật lí bất kì đều xảy ra như nhau trong các hệ qui chiếu quán tính.

- ***Tiên đề 2***

  Tốc độ ánh sáng trong chân không có cùng độ lớn bằng $c = 3.10^8$m/s trong mọi hệ qui chiếu quán tính, không phụ thuộc vào phương truyền và tốc độ của nguồn sáng hay máy thu.

2. Hệ quả của thuyết tương đối hẹp

a) Sự co của độ dài

$$\ell_0 = \frac{\ell}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{hay} \quad \ell = \ell_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

- Với ℓ_0 chiều dài riêng của thanh chuyển động với tốc độ v dọc theo trục tọa độ của hệ qui chiếu đứng yên K. Chiều dài của thanh đo được trong hệ K là ℓ. Ta có $\ell < \ell_0$

- Hay nói khác đi chiều dài của thanh đã bị co lại theo phương chuyển động theo tỉ lệ $\gamma = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

b) Sự chậm lại của đồng hồ chuyển động

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} > \Delta t_0$$

- Với Δt là khoảng thời gian trong hệ qui chiếu đứng yên (K)
- Δt_0 là khoảng thời gian trong hệ qui chiếu chuyển động (K') chuyển động với tốc độ v so với hệ qui chiếu (K).
- Đồng hồ gắn với vật chuyển động chạy chậm hơn đồng hồ gắn với quan sát viên trong hệ qui chiếu đứng yên.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy tính độ co chiều dài của một cây thước có chiều dài riêng 1m, chuyển động với vận tốc v = 0,6c.

Trả lời

Ta có: $\ell_0 = 1\text{m}$ và $v = 0{,}6c$

Chiều dài của một cây thước khi chuyển động với vận tốc v = 0,6c là:

$$\ell = \ell_0\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow \ell = 1\sqrt{1 - (0{,}6)^2} = 0{,}8\text{m}$$

Độ co chiều dài của thanh là: $\Delta\ell = \ell_0 - \ell = 1 - 0{,}8 = 0{,}2$ m

Đáp số: 0,2m

C2. Sau một giờ, đồng hồ chuyển động với vận tốc v = 0,6c chạy chậm hơn đồng hồ gắn với quan sát viên đứng yên bao nhiêu giây?

Trả lời

Ta có $\Delta t_0 = 1\text{giờ}$ $\qquad \Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{\sqrt{1 - 0{,}6^2}} = 1{,}25\text{giờ}$

Vậy đồng hồ chuyển động với vận tốc v = 0,6c chạy chậm 0,25giờ = 900 s.

Đáp số: 900 s

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Phát biểu hai tiên đề của Anh-xtanh.

Trả lời

Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững bài 50.

2. Nêu vắn tắt hai hệ quả của thuyết tương đối hẹp.

Trả lời

Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững bài 50.

▼

50.1. Khi nguồn sáng chuyển động, tốc độ truyền ánh sáng trong chân không có giá trị

A. nhỏ hơn c.

B. lớn hơn c.

C. lớn hơn hoặc nhỏ hơn c, phụ thuộc vào phương truyền và tốc độ của nguồn.

D. luôn bằng c, không phụ thuộc vào phương truyền và tốc độ của nguồn.

Hướng dẫn giải

Khi nguồn sáng chuyển động, tốc độ truyền ánh sáng trong chân không có giá trị luôn bằng c, không phụ thuộc vào phương truyền và tốc độ của nguồn.

Đáp án: D

50.2. Khi một cái thước chuyển động dọc theo phương chiều dài của nó, độ dài của thước đo trong hệ quán tính K

A. không thay đổi.

B. co lại, tỉ lệ nghịch với tốc độ của thước.

C. dãn ra, phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của thước.

D. co lại theo tỉ lệ $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$.

Hướng dẫn giải

Khi một cái thước chuyển động dọc theo phương chiều dài của nó, độ dài của thước co lại theo tỉ lệ $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$.

Đáp án: D

50.3. Tính độ co chiều dài của một cái thước có chiều dài riêng bằng 30 cm, chuyển động với tốc độ v = 0,8c.

Hướng dẫn giải

Ta có $\ell_o = 30\text{cm}$ và $v = 0{,}8c$

$$\ell = \ell_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad \Rightarrow \ell = 30\sqrt{1-(0{,}8)^2} = 18\text{cm}$$

Độ co chiều dài của thanh $\Rightarrow \Delta\ell = \ell_0 - \ell = 30 - 18 = 12\text{ cm}$

Đáp số:: 12 cm

50.4. Một đồng hồ chuyển động với tốc độ v = 0,8c. Hỏi sau 30 phút (tính theo đồng hồ đó), thì đồng hồ này chạy chậm hơn đồng hồ gắn với quan sát viên đứng yên bao nhiêu giây?

Hướng dẫn giải

Ta có $\Delta t_o = 30$ phút

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \Delta t = \frac{30}{\sqrt{1-0,8^2}} = 50 \text{ phút}$$

Vậy đồng hồ chuyển động với tốc độ v = 0,8c chạy chậm hơn đồng hồ gắn với quan sát viên đứng yên là:

$$50 - 30 = 20 \text{ phút}$$

Đáp số: 20 phút

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

50.5. Để trong 1 giờ, đồng hồ chuyển động với tốc độ v chạy chậm hơn đồng hồ gắn với quan sát viên đứng yên là 20 phút thì tốc độ v là

A. v = 0,66c B. v = 0,75c

C. v = 0,80c D. v = 0,852c

50.6. Gọi ℓ là chiều dài của thanh đo được trong hệ qui chiếu thanh đứng yên, ℓ' là chiều dài của thanh đo được trong hệ qui chiếu thanh chuyển động dọc theo trục với vận tốc v:

A. $\ell' = \ell\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ B. $\ell = \ell'\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

C. $\ell = \ell'\sqrt{1+\frac{v^2}{c^2}}$ D. $\ell' = \ell\sqrt{1+\frac{v^2}{c^2}}$

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

50.5. *A*

Ta có $\Delta t_o = 1$ h $\qquad \Delta t = \Delta t_o + 30$ phút $= \frac{4}{3}$ h

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1,5$$

$$\Rightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{4}{9} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{7}}{4}c = 0,66c$$

50.6. *A*

$$\ell' = \ell\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

Bài 51 – HỆ THỨC ANH-XTANH GIỮA KHỐI LƯỢNG VÀ NĂNG LƯỢNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Khối lượng tương đối tính

- Theo cơ học tương đối tính động lượng của hạt chuyển động với tốc độ $\vec{v}$:
$$\vec{p} = m\vec{v} = \frac{m_0\vec{v}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$
- Với $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ trong đó m_0 là khối lượng của hạt khi đứng yên ($v = 0$).

2. Hệ thức giữa năng lượng và khối lượng

- Khi vật chuyển động với tốc độ v, nó có năng lượng được cho bởi hệ thức Anh-xtanh: $E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
- Khi vật đứng yên ($v = 0$) nó có năng lượng $E = E_0 = m_0c^2$
- Động năng $W_đ$ của vật: $W_đ = mc^2 - m_0c^2$
- Khi $v << c$: $E = m_0c^2 + \frac{1}{2}m_0v^2 \Rightarrow W_đ = \frac{1}{2}m_0v^2$

3. Áp dụng cho phôtôn

Gọi m_{ph} là khối lượng tương đối tính của phôtôn.
m_{ph0} là khối lượng nghỉ của phôtôn.

- Ta có $\varepsilon = m_{ph}c^2 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow m_{ph} = \frac{h}{c\lambda}$
- Vì phôtôn chuyển động với tốc độ $v = c$, nên $m_{ph0} = m_{ph} = 0$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy tính khối lượng tương đối của một người có khối lượng nghỉ $m_0 = 60$ kg chuyển động với vận tốc $v = 0,8c$

Trả lời

Ta có: $m = \dfrac{m_0}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow m = \dfrac{60}{\sqrt{1-0,8^2}} = 100\text{kg}$

Đáp án : 100 kg

C2. Tính năng lượng toàn phần của một vật có khối lượng nghỉ $m_0 = 1\text{kg}$. So sánh năng lượng này với điện năng của Nhà máy Thủy điện Hòa Bình (có công suất $1,92.10^6$ kW) có thể phát ra trong 1 năm.

Trả lời

Năng lượng toàn phần của vật

$$W = m_0c^2 = 1.\left(3.10^8\right)^2 = 9.10^{16}\text{J}$$

Điện năng do Nhà máy Thủy điện Hòa Bình phát ra

$$E = 1,92.10^9.365.24.360 = 6,055.10^{16}\text{J}$$

Ta có $W > E$

Đáp số : 9.10^{16}J

C3. Tính khối lượng của phôtôn có bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$.

Trả lời

Ta có: $\varepsilon = m_pc^2 = \dfrac{hc}{\lambda} \Rightarrow m_p = \dfrac{h}{c\lambda} = \dfrac{6,625.10^{-34}}{3.10^8.0,5.10^{-6}} = 4,42.10^{-36}\text{kg}$

Đáp số: $4,42.10^{-36}$ kg

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Nêu hệ thức Anh-xtanh giữa khối lượng và năng lượng.

Trả lời

$$E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}$$

▼

51.1. Theo thuyết tương đối, khối lượng tương đối tính của một vật có khối lượng nghỉ m_0 chuyển động với tốc độ v là

A. $m = m_0\left(1-\dfrac{v^2}{c^2}\right)^{-1}$

B. $m = m_0\left(1-\dfrac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2}$

C. $m = m_0\left(1-\dfrac{v^2}{c^2}\right)^{1/2}$

D. $m = m_0\left(1-\dfrac{v^2}{c^2}\right)$

Hướng dẫn giải

$$m = m_0\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2}$$

Đáp án: B

51.2. Hệ thức Anh-xtanh giữa khối lượng và năng lượng là

A. $E = \frac{m}{c^2}$ B. $E = mc$ C. $E = \frac{m}{c}$ D. $E = mc^2$

Hướng dẫn giải

$$E = mc^2$$

Đáp án: D

51.3. Một hạt có động năng bằng năng lượng nghỉ của nó. Tính tốc độ của hạt.

Hướng dẫn giải

Ta có: $W_đ = mc^2 - m_0c^2 \Rightarrow m_0c^2 = mc^2 - m_0c^2$

$$\Rightarrow 2m_0c^2 = mc^2 \Rightarrow 2m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = \frac{3}{4} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c \approx 2{,}6.10^8\ m/s$$

Đáp số: $v = \frac{\sqrt{3}}{2}c = 2{,}6.10^8\ m/s$

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

51.4. Tính động năng của một êlectrôn khi năng lượng toàn phần của nó là 1,8 MeV. Biết năng lượng nghỉ của êlectrôn là 0,5 MeV

A. 2,3 MeV B. 1,8 MeV C. 1,3 MeV D. 0,5 MeV

51.5. Một êlectrôn có động năng của nó là 1MeV, năng lượng nghỉ của electrôn là 0,5 MeV. Vận tốc êlectrôn là

A. $v = \frac{2\sqrt{2}}{3}c$ B. $v = \frac{\sqrt{2}}{3}c$ C. $v = \frac{2}{3}c$ D. $v = \frac{8}{9}c$

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

51.4. ***C*** Ta có $E = E_0 + W_đ = 1{,}8 \Rightarrow W_đ = E - E_0 = 1{,}8 - 0{,}5 = 1{,}3$ MeV

51.5. ***A*** $\frac{m}{m_0} = \frac{mc^2}{m_0c^2} = \frac{W_đ + m_0c^2}{m_0c^2} = \frac{1{,}5}{0{,}5} = 3$

$$\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{v^2}{c^2}\right)}} = 3 \Rightarrow \frac{1}{9} = 1-\left(\frac{v^2}{c^2}\right) \Rightarrow v = \frac{2\sqrt{2}}{3}c$$

CHƯƠNG IX – HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

Bài 52

CẤU TẠO CỦA HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ – ĐỘ HỤT KHỐI

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Cấu tạo hạt nhân nguyên tử***

Hạt nhân có kí hiệu ^A_ZX có A nuclôn, mang điện tích Ze.

Trong đó gồm: Z prôtôn, $N = (A - Z)$ nơtrôn

- Prôtôn: kí hiệu $p = {}^1_1p = {}^1_1H$, mang điện tích e.
- Nơtrôn: kí hiệu $n = {}^1_0n$, không mang điện tích.

2. ***Đồng vị***

Các nguyên tử mà hạt nhân chứa cùng một số Z prôtôn, nhưng có số nơtrôn N khác nhau gọi là *đồng vị*.

3. ***Bán kính của hạt nhân R***

$$R = 1{,}2.10^{-15}.A^{1/3}\ (m)$$

Như vậy thể tích của hạt nhân tỉ lệ với số khối A của nó.

4. ***Đơn vị khối lượng nguyên tử (đơn vị cacbon) u***

$1\ u = \frac{1}{12}$ khối lượng nguyên tử của đồng vị cacbon $^{12}_6C$

$1\ u = 1{,}66055.10^{-27}\ kg = 931{,}5\ MeV/c^2$

- Prôtôn: ^1_1p có khối lượng $m_p = 1{,}007276\ u \approx 1{,}0073u$
- Nơtrôn: ^1_0n có khối lượng $m_n = 1{,}008665\ u \approx 1{,}0087u$

5. ***Khối lượng và năng lượng hạt nhân***

Hệ thức Anhxtanh giữa năng lượng và khối lượng:

$$E = mc^2$$

m = khối lượng của vật; $c = 3.10^8 m/s$

E = năng lượng nghỉ của vật.

6. ***Lực hạt nhân***

Lực tương tác giữa các nuclôn gọi là lực hạt nhân (tương tác hạt nhân hay tương tác mạnh).

Lực hạt nhân không cùng bản chất với lực hấp dẫn hay lực tĩnh điện; nó là loại lực mới truyền tương tác giữa các nuclôn trong hạt nhân gọi là lực tương tác mạnh.

Đặc điểm: lực tác dụng rất mạnh nhưng phạm vi tác dụng nhỏ, bán kính tác dụng khoảng 10^{-15} m.

7. ***Độ hụt khối Δm của hạt nhân ^A_ZX***

$$\Delta m = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{hn}\right]$$

Nếu $\Delta m > 0$ hạt nhân bền vững

$\Delta m < 0$ hạt nhân không tồn tại.

với m_{hn} là khối lượng của hạt nhân ^A_ZX. Khối lượng của hạt nhân bao giờ cũng nhỏ hơn tổng khối lượng của các nuclôn cấu thành hạt nhân.

8. ***Năng lượng liên kết W_{lk} của hạt nhân ^A_ZX***

Năng lượng liên kết W_{lk} của hạt nhân là năng lượng cần cung cấp cho nó để phá vỡ hạt nhân ra thành các nuclôn riêng biệt.

$$W_{lk} = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{hn}\right].c^2 = \Delta mc^2 \ \ (J)$$

với c là vận tốc ánh sáng trong chân không.

Hay:

$$W_{lk} = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{hn}\right].931,5 \ \ (MeV)$$

Hạt nhân có năng lượng liên kết càng lớn thì càng bền vững.

9. ***Năng lượng liên kết riêng $\varepsilon = \dfrac{W_{lk}}{A}$ của hạt nhân ^A_ZX***

Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết trên một nuclôn.

$$\varepsilon = \frac{W_{lk}}{A} = \frac{1}{A}\left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{nh}\right].931,5$$

Hạt nhân nào có năng lượng liên kết riêng lớn hơn thì bền vững hơn.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Tính bán kính của hạt nhân U^{238}. Hạt nhân U^{238} có thể tích lớn hơn hạt nhân ^4_2He mấy lần?

Trả lời

Bán kính của hạt nhân U^{238} là:

$$R_{U^{238}} = 1,2 \times 10^{-15} \times \sqrt[3]{238} = 7,3466 \times 10^{-15} \text{m}$$

Tỉ số giữa bán kính hạt nhân U^{238} và ^4_2He là:

$$\frac{V_{U^{238}}}{V_{He^4}} = \frac{R^3_{U^{238}}}{R^3_{He^4}} = \frac{A_{U^{238}}}{A_{He^4}} = \frac{238}{4} = 59,5$$

Đáp số: $7,3466.10^{-15}$m; 59,5

C2. Tính khối lượng riêng của hạt nhân $_ZX^A$. Nêu nhận xét.

Trả lời

Ta có $\rho = \frac{m}{V}$

$$\rho = \frac{A.m_p}{V} = \frac{A.m_p}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{m_p}{\frac{4}{3}\pi.r_0^3} = \frac{1,00726.1,66.10^{-27}}{\frac{4}{3}\pi.1,2^3.10^{-45}} = 2,48.10^{19}\,kg/m^3$$

Nhận xét, các hạt nhân nguyên tử có thể tích rất nhỏ, nhưng khối lượng riêng thì rất lớn. Tức là khối lượng của các nguyên tử có được chủ yếu là lo khối lượng hạt nhân của chúng.

Đáp số: 2,5.10¹⁹kg/m³

C3. Tính $1MeV/c^2$ ra kg.

Trả lời

$$1\frac{MeV}{c^2} = \frac{1,6.10^{-13}}{\left(3.10^8\right)^2} = 1,78.10^{-30}\,kg$$

Đáp số: $1,78.10^{-30}$ kg

C4. Biết khối lượng hạt nhân ^4_2He là $m_{He} = 4,0015$ u. Hãy so sánh khối lưng này với tổng khối lượng của các nuclôn tạo thành hạt nhân hêli.

Trả lời

Ta có: $\Delta M = \left[Z.m_p + (A-Z).m_n - m_{He}\right]$

$$\Rightarrow \Delta M = \left[2.1,00726 + (4-2).1,00865 - 4,0015\right] = 0,03032u$$

Như vậy tổng khối lượng của các nuclôn lớn hơn khối lượng của hạt nhân He^4 là 0,03032(u).

Đáp số: 0,0032 (u)

C5. Tính năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ^4_2He.

Trả lời

Năng lượng liên kết của hạt nhân ^4_2He là:

$$\Delta W = \Delta M.931,5 = 0,03032\,.\,931,5 = 28,243\text{ MeV}$$

Ta có năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ^4_2He:

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{A} = \frac{28,243}{4} = 7,06075\text{MeV}$$

Đáp số: 28,243 MeV ; 7,0675 MeV

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo như thế nào? Hãy nêu cấu tạccủa hạt nhân các nguyên tử $^{16}_{8}O$ và $^{238}_{92}U$.

Trả lời

- Hạt nhân được cấu tạo từ các nuclôn. Các nuclôn gồm hai loại: prôtôn và nơtrôn. Hạt nhân có kí hiệu $^{A}_{Z}X$ có A nuclôn, mang điện tích Ze.

  Trong đó gồm: Z prôtôn, N = (A – Z) nơtrôn.
  - Prôtôn: kí hiệu $p = {}^{1}_{1}p = {}^{1}_{1}H$, mang điện tích e.
  - Nơtrôn: kí hiệu $n = {}^{1}_{0}n$, không mang điện tích.
  - Khối lượng của các prôtôn và nơtrôn gần bằng nhau, nhưng nơtrôn hơi nặng hơn.
- Cấu tạo của hạt nhân các nguyên tử:
  - $^{16}_{8}O$ gồm: 8 prôtôn, N = (A – Z) = 8 nơtrôn.
  - $^{238}_{92}U$ gồm: 92 prôtôn, N = (A – Z) = 146 nơtrôn.

2. Đồng vị là gì? Cho ví dụ.

Trả lời

Các nguyên tử mà hạt nhân chứa cùng một số Z prôtôn, nhưng có số nơtrôn N khác nhau gọi là *đồng vị*.

Ví dụ: đồng vị của hiđrô gồm: $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$.

3. Nêu các đơn vị dùng để đo khối lượng nguyên tử trong vật lí hạt nhân.

Trả lời

Các đơn vị dùng để đo khối lượng nguyên tử trong vật lí hạt nhân:

u; kg; MeV/c^2

4. Độ hụt khối và năng lượng liên kết của hạt nhân là gì? Chúng có liên quan thế nào đến sự bền vững của hạt nhân?

Trả lời

Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững ở đầu bài 52.

▼

52.1. Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo bởi

A. prôtôn B. nơtrôn
C. prôtôn và nơtrôn D. prôtôn, nơtrôn và êlectrôn.

Hướng dẫn giải

Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo bởi prôtôn và nơtrôn.

Đáp án: C

52.2. Đồng vị là những nguyên tử mà hạt nhân chứa:

A. cùng số prôtôn Z, nhưng số nơtrôn N khác nhau.
B. cùng số nơtrôn N, nhưng số prôtôn Z khác nhau.
C. cùng số nuclôn A, nhưng số prôtôn Z và số nơtrôn N khác nhau.
D. cùng số prôtôn Z và số nơtrôn N, nhưng số khối khác nhau.

Hướng dẫn giải

Đồng vị là những nguyên tử mà hạt nhân chứa cùng số prôtôn Z, nhưng số nơtrôn N khác nhau.

Đáp án: A

52.3. Đơn vị khối lượng nguyên tử là

A. khối lượng của hạt nhân nguyên tử hiđrô.

B. khối lượng của một nguyên tử hiđrô.

C. khối lượng bằng $\frac{1}{12}$ lần khối lượng của đồng vị ($^{12}_{6}C$) của nguyên tử cacbon.

D. khối lượng bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng của đồng vị nguyên tử cacbon.

Hướng dẫn giải

Đơn vị khối lượng nguyên tử là khối lượng bằng $\frac{1}{12}$ lần khối lượng của đồng vị ($^{12}_{6}C$) của nguyên tử cacbon.

Đáp án: C

52.4. Năng lượng liên kết riêng của một hạt nhân:

A. có thể âm hoặc dương.

B. càng lớn thì hạt nhân càng bền.

C. càng nhỏ thì hạt nhân càng bền.

D. có thể triệt tiêu đối với một số hạt nhân đặc biệt.

Hướng dẫn giải

Năng lượng liên kết riêng của một hạt nhân càng lớn thì hạt nhân càng bền.

Đáp án: B

52.5. Hạt nhân đơteri có khối lượng 2,0136u. Tính năng lượng liên kết của nó.

Hướng dẫn giải

Năng lượng liên kết của hạt nhân đơteri:

$$\Delta E = \Delta mc^2 = [1{,}007276 + 1{,}008665 - 2{,}0136].931{,}5 = 2{,}15\ \text{MeV}$$

Đáp số: 2,15 MeV

52.6. Hạt nhân α có khối lượng 4,0015u. Tính năng lượng tỏa ra khi tạo thành 1mol heli. Cho biết số Avôgađrô $N_A = 6{,}022.10^{23}\ \text{mol}^{-1}$.

Hướng dẫn giải

Năng lượng tỏa ra khi tạo thành 1 hạt nhân hêli:

$$\Delta E = \Delta mc^2 = [2.1{,}007276 + (4-2).1{,}008665 - 4{,}0015].931{,}5 = 28{,}3\text{MeV}$$

Năng lượng tỏa ra khi tạo thành 1 mol hêli:

$$E = \Delta E.N_A = 28{,}3.6{,}022.10^{23} = 1{,}7043.10^{25}\ \text{MeV} = 2{,}72.10^{12}\ \text{J}$$

Đáp số: 2,72.10

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

52.7. Để so sánh độ bền vững giữa hai hạt nhân ta dựa vào đại lượng:

A. Số khối A của hạt nhân.

B. Độ hụt khối hạt nhân.

C. Năng lượng liên kết hạt nhân.

D. Năng lượng liên kết riêng hạt nhân.

52.8. Một lượng khí ôxi chứa $N = 1{,}88.10^{22}$ nguyên tử. Khối lượng của lượng khí đó là:

A. 20 g B. 10 g C. 5 g D. 2,5 g

52.9. Khối lượng của hạt nhân $^{10}_{4}Be$ là 10,0113(u), khối lượng của nơtron là 1,0086 (u), khối lượng của prôton là 1,0072 (u) và $1u = 931{,}5\ MeV/c^2$. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{10}_{4}Be$ là:

A. 6,4367 MeV B. 64,3667 MeV

C. 0,6437 MeV D. 6,4367 eV

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

52.7. ***D***

Để so sánh độ bền vững giữa hai hạt nhân ta dựa vào đại lượng năng lượng liên kết riêng hạt nhân.

52.8. ***C***

Cứ 1 mol khí O_2 có khối lượng A = 32 g và chứa $2N_A$ nguyên tử O.

Vậy khối lượng của lượng khí ôxi chứa $1{,}88.10^{22}$ nguyên tử là:

$$m = \frac{N.A}{2N_A} = \frac{1{,}88.10^{22}.32}{2.6{,}023.10^{23}} = 5\ g$$

52.9. ***A***

Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{10}_{4}Be$ là:

$$\Delta E = [Zm_p + (A - Z)m_n - M].\ 931{,}5$$

$$\Rightarrow \Delta E = [4.1{,}0072 + 6.1{,}0086 - 10{,}0113].\ 931{,}5 = 64{,}3667\ MeV$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{10}_{4}Be$ là:

$$\varepsilon = \frac{\Delta E}{A} \approx 6{,}4367\ MeV$$

Bài 53 – PHÓNG XẠ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Định nghĩa

Phóng xạ là hiện tượng một hạt nhân tự phát phân rã (phân hủy), phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác.

2. Các dạng phóng xạ

Các tia phóng xạ gồm: tia α, tia β(β^+ và β^-) và tia γ.

- ***Phóng xạ alpha (α)***

Tia α là chùm các hạt nhân của nguyên tử hêli $^{4}_{2}He$.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A-4}_{Z-2}Y$$

$$Z_Y = Z_X - 2\ ;\ \ A_Y = A_X - 4$$

Hạt nhân con lùi hai ô so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn.

- ***Phóng xạ β^-***

Tia β^- là chùm êlectrôn.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z+1}Y$$

$$Z_Y = Z_X + 1\ ;\ \ A_Y = A_X$$

Hạt nhân con tiến một ô so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn.

Thực chất của sự phóng xạ β^- :

$$^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e + {}^{0-}_{0}\nu \text{ (phản nơtrinô)}$$

- ***Phóng xạ β^+***

Tia β^+ là chùm các pôzitrôn (êlectrôn dương).

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{+1}e + {}^{A}_{Z-1}Y$$

$$Z_Y = Z_X - 1\ ;\ \ A_Y = A_X$$

Hạt nhân con lùi một ô so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn.

Thực chất của sự phóng xạ β^+ :

$$^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{1}e + {}^{0}_{0}\nu \text{ (nơtrinô)}$$

- ***Phóng xạ γ***

Tia γ là chùm phôtôn năng lượng cao.

$$^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{0}_{0}\gamma + {}^{A}_{Z}X$$

Hạt nhân con sinh ra ở trạng thái kích thích có mức năng lượng cao E_m khi chuyển về mức năng lượng thấp hơn E_n thì phát ra năng lượng dưới dạng một phôtôn của tia γ. Vậy phóng xạ γ là phóng xạ đi kèm theo các phóng xạ α, β. Không có sự biến đổi hạt nhân trong phóng xạ γ.

Năng lượng gamma phát ra:

$$\varepsilon_\gamma = hf = \frac{hc}{\lambda} = E_m - E_n$$

3. Định luật phóng xạ

$$N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$m(t) = m_0 2^{-\frac{t}{T}} = m_0 e^{-\lambda t}$$

$$\Delta N(t) = N_0 - N(t)$$

$$= N_0 (1 - 2^{-\frac{t}{T}}) = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

$$\Delta m(t) = m_0 - m(t) = m_0 (1 - 2^{-\frac{t}{T}}) = m_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0{,}693}{T} = \text{hằng số phóng xạ}$$

T là chu kì bán rã (thời gian để ½ số hạt nhân của chất phóng xạ bị phân rã).

N_0, m_0 là số hạt nhân, khối lượng của chất phóng xạ ở thời điểm ban đầu $t = 0$.

$N(t)$, $m(t)$ là số hạt nhân, khối lượng của chất phóng xạ còn lại sau thời gian t.

$\Delta N(t)$, $\Delta m(t)$ là số hạt nhân, khối lượng của chất phóng xạ bị phân rã sau thời gian t.

A (g) của một chất chứa $N_A = 6{,}023.10^{23}$ nguyên tử.

m_0 (g) ⇒ N_0 nguyên tử

$m(t)$ (g) ⇒ $N(t)$ nguyên tử

$\Delta m(t)$ (g) ⇒ $\Delta N(t)$ nguyên tử

$$\Rightarrow \quad m_0 = \frac{N_0 A}{N_A} \; ; \; N(t) = \frac{m_t N_A}{A} \; ; \; \ldots$$

4. Độ phóng xạ H

Đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của chất phóng xạ được đo bằng số phân rã (hay số phóng xạ) trong 1 đơn vị thời gian = số phân rã/s.

$$H(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$$

$$H(t) = H_0\, 2^{-\frac{t}{T}} = H_0 e^{-\lambda t}$$

$$H_0 = \lambda N_0 \; ; \; H(t) = \lambda N(t)$$

Đơn vị:

$1Bq = 1$ phân rã/s

$1Ci = 3,7.10^{10}Bq$

5. Đồng vị phóng xạ và ứng dụng

- ***Đồng vị phóng xạ***

  Có hai loại: đồng vị phóng xạ tự nhiên (có sẵn trong tự nhiên) và đồng vị phóng xạ nhân tạo (được tạo ra).

  Các đồng vị phóng xạ của cùng một nguyên tố hóa học có cùng tính chất hóa học với đồng bị bền của nguyên tố đó.

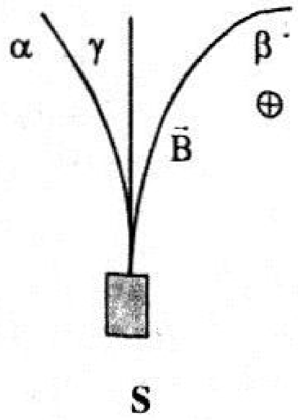
- ***Ứng dụng của các đồng vị phóng xạ***

  Các đồng vị phóng xạ tự nhiên hoặc nhân tạo có rất nhiều ứng dụng trong khoa học và đời sống.

  - *Trong y khoa:* Chụp ảnh các bộ phận trong cơ thể, chữa bệnh ung thư...
  - *Trong công nghiệp:* Thăm dò khuyết tật bên trong các chi tiết máy.
  - *Trong nông nghiệp:* Thăm dò sự di chuyển của các nguyên tố hoá học trong cây bằng phương pháp các nguyên tử đánh dấu.
  - *Trong ngành khảo cổ:* Định tuổi các cổ vật thông qua việc đo hàm lượng cacbon 14 (^{14}C).

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Cho tia phóng xạ phát ra từ mẫu chất phóng xạ đi qua từ trường (hoặc điện trường giữa hai bản tụ điện tích điện), ta thấy các tia α, γ, β bị lệch khác nhau như hình 53.1. Giải thích tại sao?



Hình 53.1

Trả lời

- Tia γ là hạt không mang điện nên khi vào từ trường không bị lực Lo-ren và khi vào điện trường không bị lực tĩnh điện Cu-lông tác dụng, nên tia γ tiếp tục đi thẳng.
- Tia β^- có điện tích âm (– e) nên khi vào từ trường bị lực Loren và khi vào điện trường bị lực tĩnh điện Cu-lông tác dụng ⇒ tia β^- bị lệch về một bên.
- Tia α có điện tích dương (+2e) nên khi vào từ trường bị lực Loren và khi vào điện trường bị lực tĩnh điện Cu-lông tác dụng ⇒ lệch theo chiều ngược với chiều lệch của tia β^-.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Sự phóng xạ là gì? Nêu các tia phóng xạ và bản chất của chúng.

Trả lời

Phóng xạ là hiện tượng một hạt nhân tự phát phân rã (phân hủy), phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhan khác.

- Tia α là chùm các hạt nhân của nguyên tử hêli ^4_2He.
- Tia β^- là chùm êlectrôn.
- Tia β^+ là chùm các pôzitrôn (êlectrôn dương).
- Tia γ là chùm phôtôn năng lượng cao.

2. Chu kì bán rã của các chất phóng xạ là gì? Viết biểu thức toán học diễn tả định luật phân rã phóng xạ.

Trả lời

Chu kì bán rã T là thời gian để ½ số hạt nhân của chất phóng xạ bị phân rã.

$$N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t}$$

3. Thế nào là độ phóng xạ của một lượng chất phóng xạ? Nêu hệ thức giữa độ phóng xạ và số nguyên tử (hạt nhân) trong lượng chất phóng xạ đó.

Trả lời

Độ phóng xạ của một lượng chất phóng xạ là đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của chất phóng xạ được đo bằng số phân rã (hay số phóng xạ) trong 1 đơn vị thời gian = số phân rã/s.

$$H(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda N(t)$$

▼

53.1. Phóng xạ là hiện tượng một hạt nhân

A. phát ra một bức xạ điện từ.

B. tự phát phóng ra các tia α, β, γ.

C. tự phát phóng ra tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác.

D. phóng ra các tia phóng xạ, khi bị bắn phá bằng những hạt chuyển động nhanh.

Hướng dẫn giải

Phóng xạ là hiện tượng một hạt nhân tự phát phóng ra tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác.

Đáp án: C

53.2. Cho các tia anpha, bêta và gamma qua khoảng giữa hai bản cực của một tụ điện thì

A. tia anpha bị lệch nhiều hơn cả, sau đến tia bêta và gamma.

B. tia anpha lệch về bản dương, tia gamma lệch về bản âm của tụ điện.

C. tia gamma không bị lệch.

D. tia bêta không bị lệch.

Hướng dẫn giải

Cho các tia anpha, bêta và gamma qua khoảng giữa hai bản cực của một tụ điện thì tia gamma không bị lệch.

Đáp án: C

53.3. Chu kì bán rã của một chất phóng xạ là khoảng thời gian để:

A. quá trình phóng xạ lặp lại như lúc ban đầu.

B. một nửa số nguyên tử chất ấy biến thành chất khác.

C. khối lượng chất ấy giảm một nửa.

D. một nửa số nguyên tử chất ấy hết khả năng phóng xạ.

Hướng dẫn giải

Chu kì bán rã của một chất phóng xạ là khoảng thời gian để một nửa số nguyên tử chất ấy biến thành chất khác.

Đáp án: B

53.4. Chất phóng xạ poloni $^{210}_{84}Po$ phóng xạ tia α và biến thành $^{206}_{82}Pb$. Hỏi trong 0,168 g poloni có bao nhiêu nguyên tử bị phân rã sau 414 ngày đêm và xác định khối lượng chì được tạo thành trong khoảng thời gian nói trên. Cho biết chu kì bán rã của poloni là 138 ngày.

Hướng dẫn giải

Số nguyên tử poloni ban đầu:

$$N_o = \frac{m_o N_A}{A} = \frac{0,168.6,023.10^{23}}{210} = 4,8184.10^{20}\text{ hạt}$$

Số nguyên tử poloni bị phân rã sau 414 ngày là:

$$\Delta N_{Po} = N_o(1 - e^{-\ln 2\frac{t}{T}}) = 4,8184.10^{20}\left(1 - e^{-\ln 2\frac{414}{138}}\right) = 4,2161.10^{20}\text{ hạt}$$

Số nguyên tử poloni bị phân rã sau 414 ngày bằng số nguyên tử chì được tạo ra

$$\Delta N_{Po} = \Delta N_{Pb}$$

Khối lượng chì được tạo thành

$$\Delta m = \frac{\Delta N_{Pb} A_{Pb}}{N_A} = \frac{4,2161.10^{20}.206}{6,023.10^{23}} = 0,144\text{ g}$$

Đáp số: $4,2161.10^{20}$ hạt; 0,144 g

53.5. Tính khối lượng poloni Po^{210} có độ phóng xạ 1 Ci. Cho biết chu kì của poloni là 138 ngày.

Hướng dẫn giải

Số hạt nhân Po^{210} tương ứng với độ phóng xạ 1 Ci:

Ta có : $H = \frac{0,693}{T}N \Rightarrow 1.3,7.10^{10} = \frac{0,693}{138.24.3600}N$

$$N = \frac{138.24.3600.3,7.10^{10}}{0,693} = 6,37.10^{17} \text{ hạt}$$

Khối lượng Po^{210} tương ứng

$$m = \frac{A.N}{N_A} = \frac{210.6,37.10^{17}}{6,023.10^{23}} = 2,22.10^{-4} g$$

Đáp số: 2,22.10^{-4} g

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

53.6. Trong điện trường giữa hai bản tụ điện, tia phóng xạ bị lệch về bản tụ dương là:

A. tia α B. tia β^+ C. tia β^- D. tia γ

53.7. Chất phóng xạ có chu kì bán rã T= 8 ngày đêm, khối lượng ban đầu 100g, sau 32 ngày đêm chất phóng xạ bị phân rã là:

A. 6,25g B. 12,5 g C. 87,5g D. 93,75g

53.8. Chất phóng xạ S_1 có chu kỳ T_1, chất phóng xạ S_2 có chu kỳ T_2. Biết $T_2 = 4T_1$. Sau khoảng thời gian $t = T_2$ thì

A. chất phóng xạ S_1 bị phân rã $\frac{15}{16}$, chất phóng xạ S_2 bị phân rã $\frac{1}{2}$.

B. chất phóng xạ S_1 bị phân rã $\frac{15}{16}$, chất phóng xạ S_2 bị phân rã $\frac{1}{4}$.

C. chất phóng xạ S_1 bị phân rã $\frac{1}{16}$, chất phóng xạ S_2 bị phân rã $\frac{1}{2}$.

D. chất phóng xạ S_1 bị phân rã $\frac{1}{16}$, chất phóng xạ S_2 bị phân rã $\frac{1}{4}$..

53.9. Đồng vị $^{24}_{11}Na$ là chất phóng xạ β^- và tạo thành đồng vị của magiê (Mg). Mẫu $^{24}_{11}Na$ có khối lượng ban đầu $m_0 = 0,24$ g. Sau 105 giờ độ phóng xạ của nó giảm đi 128 lần. Độ phóng xạ ban đầu của mẫu bằng:

A. $7,73.10^{10}$ Bq B. $7,73.10^{16}$ Bq

C. $7,73.10^{19}$ Bq D. $2,1.10^{9}$ Ci

Cho $N_A = 6,02.10^{23}$ nguyên tử/ mol.

53.10. Áp dụng phương pháp dùng đồng vị phóng xạ C14 để định tuổi các cổ vật. Kết quả đo cho thấy độ phóng xạ của một tượng cổ bằng gỗ khối lượng M là 5 Bq. Trong khi đó độ phóng xạ của một mẫu gỗ khối lượng 2M của một cây tươi vừa mới chặt đo được là 40 Bq. Xác định tuổi của tượng gỗ. Biết chu kì bán rã của C14 là 5600 năm.

A.2800 năm B. 5600 năm C. 11200 năm D. 16800 năm

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

53.6. ***C***

Trong điện trường giữa hai bản tụ điện, tia phóng xạ bị lệch về bản tụ dương là tia β^-

53.7. ***D***

Khối lượng chất phóng xạ bị phân rã trong thời gian t là:

$$\Delta m = m_o(1-2^{-\frac{t}{T}}) = 100(1-2^{-\frac{32}{8}}) = 93,75g$$

53.8. ***A***

Khi $t = T_2 = 4T_1$:

$\Delta N_1 = N_{01} - N_1 = N_{o1}(1 - 2^{-\frac{t}{T_1}}) = \frac{15N_{01}}{16} \Rightarrow$ chất phóng xạ S_1 bị phân rã $\frac{15}{16}$.

$\Delta N_2 = N_{02} - N_2 = N_{o2}(1 - 2^{-\frac{t}{T_2}}) = \frac{N_{02}}{2} \Rightarrow$ chất phóng xạ S_2 bị phân rã $\frac{1}{2}$.

53.9. ***B***

Theo đề ta có: t = 105 h

$$H_t = H_0 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{H_0}{128} = H_0.2^{-7} \Rightarrow \frac{H_0}{H_t} = 2^{\frac{t}{T}} = 2^{-7}$$

Chu kì bán rã của $^{24}_{11}Na$ là: $T = \frac{t}{7} = 15$ h

Độ phóng xạ ban đầu của mẫu bằng:

$$H_o = \frac{\ln 2}{T}.N_0 = \frac{\ln 2}{T}.\frac{m_oN_A}{A} = \frac{0,693}{15.3600}.\frac{0,24.6,02.10^{23}}{24} = 7,73\,10^{16} \text{ Bq}$$

53.10. ***C***

Theo đề ta có: $H_t = 5$ Bq; $H_0 = \frac{40}{2} = 20$ Bq

Gọi t là khoảng thời gian mẫu gỗ cổ đại đã chết, ta có:

$$H_t = H_0 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow \frac{H_0}{H_t} = 2^{\frac{t}{T}} = 4 \Rightarrow t = 2T = 11200 \text{ năm}$$

Bài 54 – PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Phản ứng hạt nhân

Là tương tác giữa hai hạt nhân dẫn đến sự biến đổi của chúng thành các hạt nhân khác. ${}^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$

2. Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân.

a) Định luật bảo toàn số nuclôn (số khối A)

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

b) Định luật bảo toàn điện tích (hay nguyên tử số Z)

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$$

c) Định luật bảo toàn động lượng

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 + \vec{p}_4$$

Với $\vec{p}_i = m_i\vec{v}_i$ là động lượng của hạt nhân i

d) Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần

Năng lượng toàn phần của hạt nhân i:

$$E_i = m_ic^2 + K_i$$

với $K_i = \dfrac{m_iv_i^2}{2}$ là động năng của hạt nhân thứ i.

$$E_1 + E_2 = E_3 + E_4$$

$$\Rightarrow \quad m_1c^2 + K_1 + m_2c^2 + K_2 = m_3c^2 + K_3 + m_4c^2 + K_4$$

3. Năng lượng phản ứng Q

$$Q = [(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)]c^2 = [(K_3 + K_4) - (K_1 + K_2)] \text{ (J)}$$

Trong công thức trên m(kg), Q(J). Nếu m (u) và Q(MeV) ta có:

$$Q = [(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)]931{,}5 = [(K_3 + K_4) - (K_1 + K_2)] \text{ (MeV)}$$

Hai trường hợp của phản ứng hạt nhân:

- $Q > 0 \Leftrightarrow m_1 + m_2 > m_3 + m_4$: phản ứng toả năng lượng.
- $Q < 0 \Leftrightarrow m_1 + m_2 < m_3 + m_4$: phản ứng thu năng lượng.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Nêu một ví dụ về phản ứng hạt nhân xảy ra trong thiên nhiên.

Trả lời

Phản ứng tạo đồng vị C^{14}

$$^{1}_{0}n + N^{14}_{7} \rightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}p$$

Các phản ứng nhiệt hạch xảy ra trong lòng Mặt Trời :

$$^{1}_{1}H + H^{1}_{1} \rightarrow {}^{2}_{1}H + e^{+} + v$$

$$^{3}_{1}H + H^{2}_{1} \rightarrow {}^{4}_{2}He + n + 17,8\ MeV$$

C2. So sánh phản ứng hạt nhân và phản ứng hóa học.

Trả lời

a) Trong phản ứng hóa học có định luật bảo toàn khối lượng: tổng khối lượng các chất tham gia phản ứng bằng tổng khối lượng các chất tạo thành.

Trong phản ứng hạt nhân không có định luật bảo toàn khối lượng

b) Trong phản ứng hóa học không có sự biến đổi nguyên tử: các nguyên tử không sinh ra mà cũng không mất đi, chúng chỉ kết hợp (liên kết)theo các kiểu khác nhau.

Trong phản ứng hạt nhân, hạt nhân bị biến đổi thành hạt nhân khác.

c) Năng lượng tỏa ra hay thu vào trong phản ứng hạt nhân thường rất lớn so với phản ứng hóa học.

C3. Viết các định luật bảo toàn số nuclôn và bảo toàn điện tích cho phản ứng hạt nhân.

$$^{A_1}_{Z_1}A + {}^{A_2}_{Z_2}B \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3}C + {}^{A_4}_{Z_4}D$$

Trả lời

Định luật bảo toàn số nuclôn: $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$

Định luật bảo toàn điện tích: $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

C4. Áp dụng các định luật bảo toàn, hãy viết phương trình đầy đủ của phản ứng hạt nhân nhân tạo do hai ông bà Giô-li-ô quy-ri thực hiện năm 1934. Cho biết hạt nhân có $Z = 14$ là hạt nhân silic (Si).

Trả lời

Phản ứng hạt nhân nhân tạo do hai ông bà Giô-li-ô quy-ri thực hiện năm 1934 là dùng hạt α bắn vào lá nhôm, tạo được đồng vị phóng xạ nhân tạo phốtpho $^{30}_{15}P$ có tinhl phóng xạ β^{+}. Do đó phương trình phản ứng có dạng:

$$^{4}_{2}\alpha + {}^{27}_{13}Al \rightarrow {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{1}e + {}^{1}_{0}n$$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Thế nào là phản ứng hạt nhân?

Trả lời

Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững bài 54

2. Nêu và giải thích các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân.

Trả lời

Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững bài 54

3. Điều kiện để một phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng là gì? Tại sao sự phóng xạ là phản ứng tỏa năng lượng? Nêu hai ví dụ về phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

Trả lời

- *Điều kiện để một phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng:*

  Năng lượng phản ứng được định nghĩa như sau:

  $$Q = [(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)]c^2 = [(K_3 + K_4) - (K_1 + K_2)]\ (J)$$

  Nếu $Q > 0 \Leftrightarrow m_1 + m_2 > m_3 + m_4$ phản ứng toả năng lượng.
- *Sự phóng xạ là phản ứng tỏa năng lượng:*
  - Phóng xạ là trường hợp đặc biệt của phản ứng hạt nhân, vì đều có sự biến đổi hạt nhân nguyên tử. Phóng xạ là từ một hạt nhân mẹ phóng ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân con.
  - Phóng xạ là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng, vì đó là một quá trình tự phát, không cần cung cấp năng lượng vẫn xảy ra.
- *Hai ví dụ về phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng:*

$$^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n + 18\ MeV$$

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + 2\,{}^{1}_{0}n + 185\ MeV$$

▼

54.1 Trong một phản ứng hạt nhân, tổng khối lượng của các hạt tham gia

A. được bảo toàn.

B. tăng.

C. giảm.

D. tăng hoặc giảm tùy theo phản ứng.

Hướng dẫn giải

Trong một phản ứng hạt nhân, tổng khối lượng của các hạt tham gia tăng hoặc giảm tùy theo phản ứng.

Đáp án: D

54.2 Trong dãy phóng xạ $^{235}_{92}X \rightarrow {}^{207}_{82}Y$ có bao nhiêu hạt α và β được phát ra?

A. 3α và 4β

B. 7α và 4β

C. 4α và 7β

D. 7α và 2β

Hướng dẫn giải

$$^{235}_{92}X \rightarrow x\,{}^{4}_{2}\alpha + y\,{}^{0}_{\pm1}\beta + {}^{207}_{82}Y$$

Ta có x và y là số hạt nên $x > 0$; $y > 0$

$$235 = 4x + 207 \Rightarrow x = 7 \Rightarrow \text{7 hạt } \alpha$$

$$92 = 2x \pm y + 82$$

$$\Rightarrow \pm y = -4 \Rightarrow y = 4 \text{ và đó là hạt } \beta^- \Rightarrow 4 \text{ hạt } \beta^-$$

Đáp án:B

54.3. Xác định hạt X trong các phản ứng sau đây:

$$^{19}_{9}F + p \rightarrow {}^{16}_{8}O + X$$

$$^{25}_{12}Mg + X \rightarrow {}^{22}_{11}Na + \alpha$$

Hướng dẫn giải

a) Ta có : $^{19}_{9}F + {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{16}_{8}O + {}^{A}_{Z}X$

Theo định luật bảo toàn số khối và điện tích ta có:

$$19 + 1 = 16 + A \Rightarrow A = 4; \quad 9 + 1 = 8 + z \Rightarrow z = 2$$

$$\Rightarrow X = {}^{4}_{2}He$$

b) $^{25}_{12}Mg + {}^{A}_{z}X \rightarrow {}^{22}_{11}Na + {}^{4}_{2}\alpha$

$$25 + A = 22 + 4 \Rightarrow A = 1; \quad 12 + z = 11 + 2 \Rightarrow z = 1$$

$$\Rightarrow X = {}^{1}_{1}H$$

Đáp án : a) $^{4}_{2}He$; b) $^{1}_{1}H$

54.4. Cho phản ứng hạt nhân

$$^{37}_{17}Cl + X \rightarrow {}^{37}_{18}Ar + n$$

a) Xác định số khối, nguyên tử số và tên gọi hạt nhân X.

b) Phản ứng đó tỏa ra hay thu năng lượng. Tính độ lớn của năng lượng tỏa ra hay thu đó theo đơn vị jun.

Cho m_{Ar} =36,956889u; m_{Cl} =36,956563u ; m_n =1,008670u ; m_p = 1,007276u.

Hướng dẫn giải

a) Ta có : $^{37}_{17}Cl + {}^{A}_{z}X \rightarrow {}^{37}_{18}Ar + {}^{1}_{0}n$

Theo định luật bảo toàn số khối và điện tích ta có:

$$37 + A = 37 + 1 \Rightarrow A = 1$$

$$17 + z = 18 + 0 \Rightarrow z = 1; \Rightarrow {}^{1}_{1}X = {}^{1}_{1}H \text{ là hiđrô}$$

b) Ta có:

$$Q = \left[(m_{Cl} + m_x) - (m_{Ar} + m_n)\right]931{,}5MeV$$

$$Q = \left[(36{,}956563 + 1{,}007276) - (36{,}956889 + 1{,}00867)\right]931{,}5$$

$$Q = -1{,}6MeV = -2{,}56.10^{-13}J < 0$$

$\Rightarrow$ Phản ứng thu năng lượng.

Đáp số: a) $^{1}_{1}H$; b) Phản ứng thu năng lượng, $2{,}56.10^{-13}$ J

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

54.5. Prôtôn bắn vào nhân bia đứng yên liti ($^{7}_{3}Li$). Phản ứng tạo ra hai hạt X giống hệt nhau bay ra. Hạt X là:

A. prôtôn　　B. nơtrôn　　C. đơtêri　　D. hạt α

54.6. Phương trình phóng xạ α của ra đi là: $^{226}_{88}Ra \rightarrow \alpha + ^{222}_{86}Rn$

Cho biết khối lượng các hạt nhân $m_{Ra} = 225{,}977$ u; $m_{Rn} = 221{,}970$ u $m_\alpha = 4{,}0015$ u. Động năng của hạt α bằng:

A. 0,09 MeV B. 5,03 MeV

C. 5,12 MeV D. 5,21 MeV

54.7. Cho một chùm các hạt α có động năng $K_\alpha = 4$ MeV bắn vào các hạt nhân bia $^{27}_{13}Al$ đứng yên, người ta thấy có các hạt nơtrôn sinh ra chuyển động theo phương vuông góc với phương chuyển động của hạt α. Phản ứng thu một năng lượng là 2,67 MeV. Coi khối lượng các hạt nhân nguyên tử bằng số khối của chúng. Động năng K_n của nơtron được sinh ra sau phản ứng bằng:

A. 6,97 MeV B. 5,94 MeV

C. 1,80 MeV D. 0,77 MeV

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

54.5. ***D***

$$^1_1P + ^7_3Li \rightarrow ^A_ZX + ^A_ZX \Rightarrow 1+7 = A+A \Rightarrow A = 4$$

$$\Rightarrow 1+3 = Z+Z \Rightarrow Z = 2 \Rightarrow ^4_2He$$

54.6. ***B***

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng và động lượng:

$$E = K_\alpha + K_{Rn} = [m_{Ra} - (m_\alpha + m_{Rn})]931 = 5{,}12 \text{ MeV}$$

$$\vec{p}_\alpha + \vec{p}_{Rn} = 0 \Rightarrow 2m_\alpha K_\alpha = 2m_{Rn}K_{Rn} \Rightarrow K_{Rn} = \frac{m_\alpha}{m_{Rn}}K_\alpha$$

$$\Rightarrow K_\alpha = \frac{E}{1 + \frac{m_\alpha}{m_{Rn}}} = 5{,}03 \text{ MeV}$$

54.7. Phương trình phản ứng:

$$^4_2\alpha + ^{27}_{13}Al \rightarrow ^1_0n + ^{30}_{15}X$$

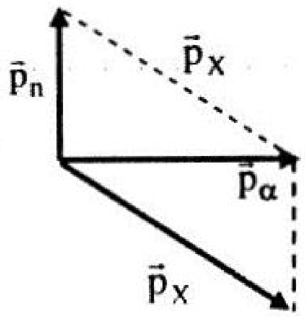
Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$\vec{p}_\alpha = \vec{p}_n + \vec{p}_X$$

Từ hình 54.1 ta có:

$$p_X^2 = p_n^2 + p_\alpha^2$$

$$\Rightarrow 2m_XK_X = 2m_nK_n + 2m_\alpha K_\alpha \qquad (1)$$



Hình 54.1

Theo định luật bảo toàn năng lượng toàn phần, năng lượng phản ứng được cho bởi:

$$E = [(m_\alpha + m_{Al}) - (m_n + m_X)]c^2 = K_n + K_X - K_\alpha = -2{,}67 \text{ MeV} \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có:

$$K_\alpha = \frac{m_X E + (m_X - m_\alpha)K_\alpha}{m_\alpha + m_X} = \frac{30.(-2,67) + (30-4).4}{1+30} = 0,77\ \text{MeV}$$

Đáp số: 0,77 MeV

Bài 56 – PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Sự phân hạch

- Sự phân hạch là hiện tượng một hạt nhân nặng (ví dụ $^{235}_{92}U$) hấp thụ một nơtrôn rồi vỡ thành hai hạt nhân trung bình. Nơtrôn chậm có động năng tương đương với động năng trung bình của chuyển động nhiệt (dưới 0,01 eV) dễ bị hấp thụ hơn nơtrôn nhanh.
- Sự phân hạch thường sinh ra một số (từ 2 đến 3) nơtrôn và toả ra một năng lượng rất lớn vào khoảng 200 MeV đối với hạt nhân $^{235}_{92}U$.

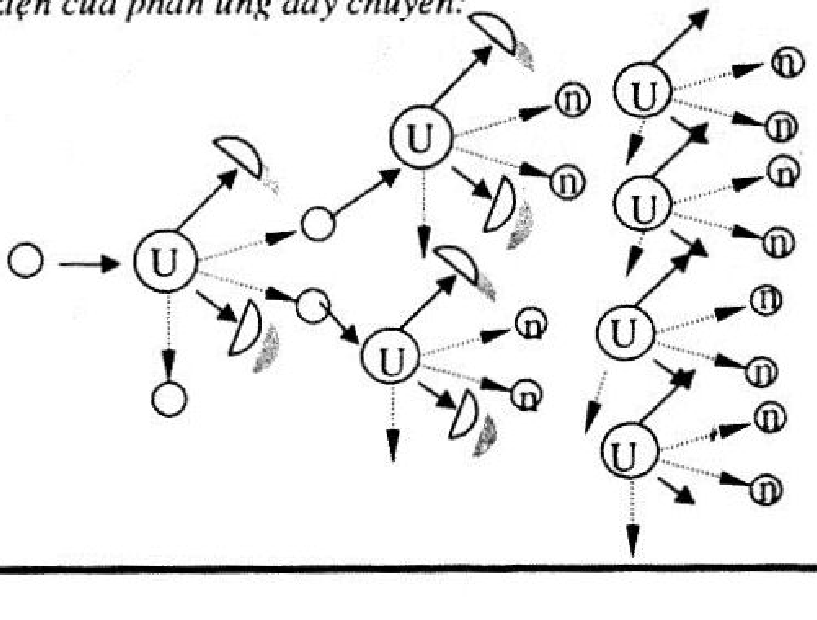
$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{236}_{92}U \rightarrow ^{A_1}_{Z_1}X + ^{A_2}_{Z_2}X + K^{1}_{0}n + 200\text{MeV}$$

trong đó, $Z_1 + Z_2 = 92$ và $A_1 + A_2 + K = 236$

2. Phản ứng dây chuyền

Một phần số nơtrôn sinh ra do sự phân hạch bị mất mát do nhiều nguyên nhân như thoát ra ngoài, bị hấp thụ bởi các hạt nhân loại khác, nhưng nếu sau mỗi phân hạch vẫn còn lại trung bình k nơtrôn gây được sự phân hạch mới, mà $k \geq 1$, thì k nơtrôn này đập vào hạt nhân $^{235}_{92}U$ khác, lại gây ra k phân hạch, sinh ra k^2 nơtrôn, rồi k^3, k^4 ... nơtrôn được tạo ra. Số hạt nhân bị phân hạch tăng rất nhanh trong một thời gian rất ngắn, ta có phản ứng hạt nhân dây chuyền.

- *Điều kiện của phản ứng dây chuyền:*



- Nếu k < 1 thì phản ứng dây chuyền không xảy ra.
- Với k = 1 thì hệ thống gọi là tới hạn: Phản ứng dây chuyền xảy ra, nhưng không tăng vọt, năng lượng tỏa ra không đổi và có thể kiểm soát được (lò phản ứng hạt nhân).
- Với k > 1 thì hệ thống gọi là vượt hạn: ta không thể khống chế được phản ứng dây chuyền, năng lượng toả ra có sức tăng dữ dội (bom nguyên tử).
- Số nơtrôn bị mất vì thoát ra ngoài (tỉ lệ với diện tích mặt ngoài khối urani), so với nơtrôn sinh ra (tỉ lệ với thể tích của khối) càng nhỏ nếu khối lượng urani càng lớn. Khối lượng này phải đạt tới một giá trị tối thiểu, gọi là *khối lượng tới hạn* m_{th} thì mới có $k \geq 1$.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Phản ứng phân hạch là gì?

Trả lời

Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững bài 56

2. Phản ứng phân hạch dây chuyền là gì? Với điều kiện nào thì nó xảy ra?

Trả lời

- ***Định nghĩa***

  Xem phần kiến thức cơ bản cần nắm vững bài 56

- ***Điều kiện phản ứng***
  - hệ số nhân nơtrôn $k \geq 1$.
  - khối lượng nhiên liệu phóng xạ phải đạt tới một giá trị tối thiểu, gọi là *khối lượng tới hạn* m_{th}.

3. Nêu các bộ phận chính của nhà máy điện hạt nhân.

Trả lời

Các bộ phận chính của nhà máy điện nguyên tử là:

- lò phản ứng hạt nhân.
- tua bin phát điện giống như trong nhà máy điện thông thường.

▼

56.1. Sự phân hạch là sự vỡ một hạt nhân nặng

A. thường xảy ra một cách tự phát thành nhiều hạt nhân nhẹ hơn.

B. thành hai hạt nhân nhẹ hơn, do hấp thụ một nơtrôn.

C. thành hai hạt nhân nhẹ hơn và vài nơtrôn, sau khi hấp thụ một nơtrôn chậm.

D. thành hai hạt nhân nhẹ hơn, thường xảy ra một cách tự phát.

Hướng dẫn giải

Sự phân hạch là sự vỡ một hạt nhân nặng thành hai hạt nhân nhẹ hơn và vài nơtrôn, sau khi hấp thụ một nơtrôn chậm.

Đáp án: C

56.2. Đồng vị có thể phân hạch khi hấp thu một nơtrôn chậm là

A. $^{238}_{92}U$ B. $^{234}_{92}U$ C. $^{235}_{92}U$ D. $^{239}_{92}U$

Hướng dẫn giải

Đồng vị có thể phân hạch khi hấp thu một nơtrôn chậm là $^{235}_{92}U$.

Đáp án: C

56.3. Gọi k là hệ số nhân nơtrôn, thì điều kiện cần và đủ để phản ứng dây chuyền có thể xảy ra là

A. $k < 1$ B. $k = 1$ C. $k > 1$ D. $k \geq 1$

Hướng dẫn giải

Gọi k là hệ số nhân nơtrôn, thì điều kiện cần và đủ để phản ứng dây chuyền có thể xảy ra là $k \geq 1$.

Đáp án: D

56.4. Xét phản ứng phân hạch urani ^{235}U có phương trình :

$$^{235}_{92}U + n \rightarrow {}^{95}_{42}Mo + {}^{139}_{57}La + 2n + 7e^-$$

Tính năng lượng mà một phân hạch tỏa ra.

Biết: $m_U = 234{,}99$ u; $m_{Mo} = 94{,}88$u ; $m_{La} = 138{,}87$ u; $m_n = 1{,}0086$(u) Bỏ qua khối lượng êlectrôn.

Hướng dẫn giải

$$Q = [m_U + m_n - m_{Mo} - m_{La} - 2m_n]931{,}5$$

$$\Rightarrow Q = [m_U - m_{Mo} - m_{La} - m_n]931{,}5$$

$$\Rightarrow Q = [234{,}99 - 94{,}88 - 138{,}87 - 1{,}0086]931{,}5 \approx 215{,}6 \text{ MeV}$$

Đáp số: Q = 215,6 MeV

C. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

56.5. So sánh sự giống nhau và khác nhau giữa phản ứng hạt nhân trong lò phản ứng của nhà máy điện nguyên tử và trong bom nguyên tử?

56.6. Trong phản ứng phân hạch của hạt nhân $^{235}_{92}U$, năng lượng trung bình tỏa ra khi phân chia một hạt nhân là 200MeV. Năng lượng tỏa ra trong quá trình phân chia hạt nhân của 1 kg urani trong lò phản ứng là bao nhiêu? Biết số Avôgadrô $N_A = 6{,}023.10^{23}$/mol.

A. $51, 3.10^{25}$J B. $8{,}2.10^{13}$ MeV C. $5{,}31.10^{23}$MeV D. $8{,}2.10^{13}$ J

D. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

56.5.

- *Giống nhau:*

  Đều thuộc loại phản ứng dây chuyền.

- *Khác nhau:*

Nhà máy điện nguyên tử	*Bom nguyên tử*
Là phản ứng dây chuyền có hệ số nhân nơtrôn $k = 1 \Rightarrow$ hệ thống gọi là tới hạn: Phản ứng dây chuyền xảy ra, nhưng không tăng vọt, năng lượng tỏa ra không đổi và có thể kiểm soát được $\Rightarrow$ lò phản ứng hạt nhân của nhà máy điện nguyên tử.	- Là phản ứng dây chuyền có hệ số nhân nơrôn $k > 1 \Rightarrow$ hệ thống gọi là vượt hạn: ta không thể khống chế được phản ứng dây chuyền, năng lượng tỏa ra có sức tàn phá dữ dội $\Rightarrow$ bom nguyên tử.

56.6. *D*

Số hạt nhân urani có trong 1kg:

$$N = \frac{m.N_A}{A} = \frac{10^3.6{,}023.10^{23}}{235} \approx 25{,}6.10^{23} \text{ hạt}$$

Năng lượng tỏa ra khi 1kg bị phân hạch:

$$Q = N.200 = 51{,}3.10^{25} \text{ MeV} = 8{,}2.10^{13} \text{ J}$$

Bài 57 – PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. *Định nghĩa*

Là phản ứng hạt nhân trong đó hai hay nhiều hạt nhân nhẹ hợp lại thành hạt nhân nặng hơn.

Ví dụ:

$$_1^2H + {}_1^2H \rightarrow {}_2^3He + {}_0^1n + 3{,}25\text{MeV}$$

$$_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n + 17{,}8\text{MeV}$$

2. *Điều kiện thực hiện phản ứng*

Điều kiện để phản ứng nhiệt hạch có thể xảy ra:

- Nhiệt độ cao khoảng từ 50 triệu độ tới 100 triệu độ.
- Hỗn hợp nhiên liệu phải "giam hãm" trong một khoảng không gian rất nhỏ.

3. *Năng lượng của phản ứng nhiệt hạch*

Năng lượng tỏa ta trong mỗi phản ứng nhiệt hạch thì không lớn, nhưng nếu so sánh trên cùng khối lượng nhiên liệu thì lớn hơn nhiều lần so.

với phản ứng phân hạch hay các nhiên liệu đốt khác.

4. Phản ứng phản ứng nhiệt hạch trên các sao trong vũ trụ

Năng lượng tổng hợp hạt nhân là nguồn gốc năng lượng của hầu hết các vì sao.

Phản ứng nhiệt hạch trên các sao trong vũ trụ chủ yếu là quá trình tổng hợp hêli từ hiđrô.

Các phản ứng xảy ra ở nhiệt độ rất cao khoảng 30 triệu độ.

5. Phản ứng nhiệt hạch trên Trái Đất

Phản ứng nhiệt hạch trên Trái Đất được ứng dụng vào các lĩnh vực:

- Chế tạo bom nhiệt hạch (phản ứng không điều khiển được).
- Phản ứng nhiệt hạch có điều khiển để tạo ra nguồn năng lượng dồi dào, sạch, không gây ô nhiễm môi trường.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Tính năng lượng tỏa ra khi 1 kg heli được tạo thành theo phản ứng:

$$^{3}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n + 17{,}5\ MeV$$

Cho biết $m_\alpha = 4{,}0015$ u. Hãy so sánh với năng lượng tỏa ra khi 1 kg ^{235}U bị phân hạch.

Trả lời

Số hạt nhân heli có trong 1kg:

$$N = \frac{m.N_A}{A} = \frac{10^3.6{,}023.10^{23}}{4} \approx 1{,}51.10^{26}\ \text{hạt}$$

Năng lượng tỏa ra khi 1kg heli được tạo thành là:

$$Q = 17{,}5N = 2{,}64.10^{27}\ MeV = 4{,}24.10^{14}\ J$$

Số hạt nhân urani có trong 1kg:

$$N = \frac{m.N_A}{A} = \frac{10^3.6{,}023.10^{23}}{235} \approx 25{,}6.10^{23}\ \text{hạt}$$

Năng lượng tỏa ra khi 1kg bị phân hạch:

$$Q = 200N = 51{,}3.10^{25}\ MeV = 8{,}2.10^{13}\ J$$

⇒ Năng lượng tỏa ra khi 1kg heli được tạo thành lớn hơn nhiều năng lượng tỏa ra khi 1 kg ^{235}U bị phân hạch.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Phản ứng nhiệt hạch là gì? Nêu điều kiện để phản ứng nhiệt hạch xảy ra

Trả lời

- ***Định nghĩa***

  Là phản ứng hạt nhân trong đó hai hay nhiều hạt nhân nhẹ hợp lại thành hạt nhân nặng hơn.

  Ví dụ:

$$ {}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{1}_{0}n + 3{,}25\,MeV $$
$$ {}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n + 17{,}8\,MeV $$

- ***Điều kiện thực hiện phản ứng***

  Điều kiện để phản ứng nhiệt hạch có thể xảy ra:

  - Nhiệt độ cao khoảng từ 50 triệu độ tới 100 triệu độ.
  - Hỗn hợp nhiên liệu phải "giam hãm" trong một khoảng không gian rất nhỏ.

2. Nêu các ưu điểm của năng lượng do phản ứng nhiệt hạch tỏa ra.

Trả lời

- Năng lượng tỏa ta trong mỗi phản ứng nhiệt hạch thì không lớn, nhưng nếu so sánh trên cùng khối lượng nhiên liệu thì lớn hơn nhiều lần so với phản ứng phân hạch hay các nhiên liệu đốt khác.
- Phản ứng nhiệt hạch có điều khiển để tạo ra nguồn năng lượng dồi dào, sạch, không gây ô nhiễm môi trường.

▼

57.1. Phản ứng nhiệt hạch là phản ứng hạt nhân

A. tỏa nhiệt.

B. cần một nhiệt độ cao mới thực hiện được.

C. hấp thụ một nhiệt lượng lớn.

D. trong đó, hạt nhân của các nguyên tử bị nung chảy thành các nuclôn.

Hướng dẫn giải

Phản ứng nhiệt hạch là phản ứng hạt nhân cần một nhiệt độ cao mới thực hiện được.

Đáp án: B

57.2. Phản ứng nhiệt hạch và phản ứng phân hạch là hai phản ứng trái ngược nhau vì

A. một phản ứng tỏa và một phản ứng thu năng lượng.

B. một phản ứng xảy ra ở nhiệt độ thấp, phản ứng kia ở nhiệt độ cao.

C. một phản ứng là tổng hợp là tổng hợp hai hạt nhân nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn, phản ứng kia là sự vỡ một hạt nhân nặng thành hai hạt nhân nhẹ hơn.

D. một phản ứng diễn biến rất chậm, phản ứng kia rất nhanh.

Hướng dẫn giải

Phản ứng nhiệt hạch và phản ứng phân hạch là hai phản ứng trái ngược nhau vì một phản ứng là tổng hợp là tổng hợp hai hạt nhân nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn, phản ứng kia là sự vỡ một hạt nhân nặng thành hai hạt nhân nhẹ hơn.

Đáp án: C

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

57.3. So sánh sự giống và khác nhau giữa phản ứng phân hạch và phản ứng nhiệt hạch.

57.4. Cho phản ứng hạt nhân sau :

$$ {}_{1}^{2}H + {}_{1}^{2}H \rightarrow {}_{2}^{4}He + {}_{0}^{1}n + 3{,}25\ MeV $$

Biết độ hụt khối của ${}_{1}^{2}H$ là $\Delta m_D = 0{,}0024u$ và $1u = 931\ MeV/c^2$. Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}_{2}^{4}He$ là:

A. 7,7188 eV

B. 77,188 MeV

C. 771,88 MeV

D. 7,7188 MeV

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

57.3.

+ Giống nhau: đều là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

+ Khác nhau:

Phản ứng nhiệt hạch	***Phản ứng phân hạch***
- Là phản ứng kết hợp 2 hạt nhân nhẹ thành hạt nhân trung bình.	- Là phản ứng một hạt nhân rất nặng hấp thụ một nơtrôn chậm vỡ thành 2 hạt nhân trung bình.
- Điều kiện xảy ra phản ứng: nhiệt độ rất cao.	- Điều kiện xảy ra phản ứng: Phải có các nơtrôn chậm.
- Năng lượng tỏa ra của phản ứng nhỏ, nhưng nếu tính theo khối lượng chất tham gia phản ứng thì lớn.	- Năng lượng tỏa ra của phản ứng lớn.

57.4. Từ phương trình phản ứng ta có:

$$ {}_{1}^{2}H + {}_{1}^{2}H \rightarrow {}_{2}^{4}He + {}_{0}^{1}n + 3{,}25\ MeV $$

Năng lượng tỏa ra từ phản ứng:

$$ E = (\Delta M_{He} - 2\Delta m_D)c^2 = 3{,}25\ MeV $$

$\Rightarrow$ Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}_{2}^{4}He$ là:

$$ \Delta E_{He} = \Delta M_{He}\, c^2 = E + 2\Delta m_D c^2 = 3{,}25 + 2.\ 0{,}0024\ .\ 931 = 7{,}7188\ MeV $$

Đáp án: D

CHƯƠNG X – TỪ VI MÔ ĐẾN VĨ MÔ

Bài 58 – CÁC HẠT SƠ CẤP

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Định nghĩa

Các vi hạt có kích thước cỡ kích thước hạt nhân trở xuống gọi là hạt sơ cấp.

Các hạt sơ cấp như: phôtôn (γ), êlectrôn (e^-), pôzitrôn (e^+), prôtôn (p), nơtrôn (n), nơtrinô (ν)...

2. Các đặc trưng của hạt sơ cấp

a) Khối lượng nghỉ

Một số hạt như phôtôn, nơtrinô không có khối lượng nghỉ.

Hạt sơ cấp có khối lượng nghỉ m_0 có năng lượng nghỉ $E_0 = m_0c^2$

b) Điện tích

Hạt sơ cấp có thể có điện tích $Q = -1$; $Q = 0$; $Q = +1$

Q gọi là số lượng tử điện tích.

c) Spin

Mỗi hạt sơ cấp khi đứng yên cũng có mômen động lượng riêng và mômen từ riêng, đặc trưng cho chuyển động nội tại và bản chất của hạt ⇒ đặc trưng bằng số lượng tử spin.

Dựa vào số spin người ta chia hạt sơ cấp thành hai loại:

- *Fecmiôn*

$$s = \frac{1}{2};\ \frac{3}{2};\ \frac{5}{2}\ ...$$

- *Bôzôn*

$$s = 0;\ 1;\ 2\ ...$$

d) Thời gian sống trung bình

Có bốn hạt bền không bị phân rã là: phôtôn, êlectrôn, prôtôn và nơtrinô. Các hạt còn lại không bền có thời gian sống khoảng 10^{-24} s đến 10^{-6}s, trừ hạt nơtrôn có thời gian sống 932 s.

3. Đối hạt (phản hạt)

- Phần lớn các hạt sơ cấp đều tạo thành từng cặp có cùng khối lượng nghỉ m_0 cùng spin s, điện tích có trị số bằng nhau nhưng khác nhau về dấu . Trong mỗi cặp có một hạt và một phản hạt.
- Hạt và phản hạt tương tác nhau sẽ tạo thành phôtôn được gọi là

hiện tượng hủy cặp.

4. Phân loại các hạt sơ cấp

Sự phân loại dựa vào độ lớn và đặc tính tương tác. Có ba loại chính:

- *Phôtôn:* khối lượng $m_0 = 0$, là lượng tử ánh sáng.
- *Leptôn:* gồm các hạt nhẹ như êlectrôn (e^-), muyôn μ^+, μ^- ....
- *Hađrôn:* gồm hai loại: mêzôn và barion
  - Mêzôn: các hạt có khối lượng trung bình trong khoảng $(200 \div 900)m_e$, gồm hai nhóm mêzôn π và mêzôn K.
  - Barion: các hạt có khối lượng bằng hoặc lớn hơn prôtôn, gồm hai nhóm nuclôn và hiperôn cùng các phản hạt của chúng.

5. Tương tác của các hạt sơ cấp

Có bốn loại tương tác cơ bản:

- Tương tác điện từ.
- Tương tác mạnh.
- Tương tác yếu.
- Tương tác hấp dẫn.

6. Hạt quac(quark)

***a) Ghen-Man** cho rằng*: Tất cả các hardrôn đều cấu tạo từ các hạt nhỏ hơn gọi là quac.

b) Các hạt quac: có 6 hạt quac là u, d, s, c, b và t. Với 6 quac ta có 6 phản quac

c) Điện tích của quac: điện tích các quac $\pm\frac{e}{3}$; $\pm\frac{2e}{3}$

d) Các bariôn: là tổ hợp của 3 quac, thí dụ prôtôn tổ hợp (u, u, d) nơtrôn (u, d, d).

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Nêu những đặc trưng của các hạt sơ cấp.

Trả lời

- ***Khối lượng nghỉ***

  Một số hạt như phôtôn, nơtrinô không có khối lượng nghỉ.

  Hạt sơ cấp có khối lượng nghỉ m_o có năng lượng nghỉ $E_o = m_oc^2$

- ***Điện tích***

  Hạt sơ cấp có thể có điện tích $Q = -1$; $Q = 0$; $Q = +1$

  Q gọi là số lượng tử điện tích.

- ***Spin***

  Mỗi hạt sơ cấp khi đứng yên cũng có mômen động lượng riêng và mômen từ riêng, đặc trưng cho chuyển động nội tại và bản chất của hạt ⇒ đặc trưng bằng số lượng tử spin.

  Dựa vào số spin người ta chia hạt sơ cấp thành hai loại:

  - *Fecmiôn* $s = \frac{1}{2}; \frac{3}{2}; \frac{5}{2} ...$
  - *Bôzôn* $s = 0; 1; 2 ...$

- ***Thời gian sống trung bình***

  Có bốn hạt bền không bị phân rã là: phôtôn, êlectrôn, prôtôn và nơtrinô. Các hạt còn lại không bền có thời gian sống khoảng 10^{-24} s đến 10^{-6}s, trừ hạt nơtrôn có thời gian sống 932 s.

2. Nêu các loại hạt sơ cấp.

Trả lời

Sự phân loại dựa vào độ lớn và đặc tính tương tác. Có ba loại chính:

- *Phôtôn:* khối lượng $m_0 = 0$, là lượng tử ánh sáng.
- *Leptôn:* gồm các hạt nhẹ như êlectrôn (e^-), muyôn μ^+, μ^- ....
- *Hadrôn:* gồm hai loại: mêzôn và barion
  - Mêzôn: các hạt có khối lượng trung bình trong khoảng $(200 \div 900)m_e$, gồm hai nhóm mêzôn π và mêzôn K.
  - Barion: các hạt có khối lượng bằng hoặc lớn hơn prôtôn, gồm hai nhóm nuclôn và hiperôn cùng các phản hạt của chúng.

3. Nêu giả thuyết về sự tồn tại của quac.

Trả lời

Tất cả các hardrôn đều cấu tạo từ các hạt nhỏ hơn gọi là quac.

▼

58.1 Các loại hạt sơ cấp là:

A. Phôtôn, leptôn, mêzôn, hadrôn. B. Phôtôn, leptôn, mêzôn, barion.

C. Phôtôn, leptôn, barion, hadrôn. D. Phôtôn, leptôn, nuclôn, hipêron.

Hướng dẫn giải

Các loại hạt sơ cấp là: Phôtôn, leptôn, mêzôn, barion.

Đáp án:B

58.2. Điện tích của mỗi quark có một trong số các giá trị nào sau đây?

A. $\pm e$ B. $\pm\frac{e}{3}$ C. $\pm\frac{2e}{3}$ D. $\pm\frac{e}{3}$ và $\pm\frac{2e}{3}$

Hướng dẫn giải

Điện tích của mỗi quark có một trong số các giá trị sau: $\pm\frac{e}{3}$ và $\pm\frac{2e}{3}$

Đáp án: D

C. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

58.3. Hạt prôtôn được cấu tạo từ:

A. ba hạt quac (u,d,s) B. ba hạt quac (u,d,s)
C. ba hạt quac (u, u, d) D. ba hạt quac (u,s,s)

58.4. Tương tác giữa hạt và phản hạt được gọi là hiện tượng hủy cặp. Khi có hiện tượng hủy cặp thì hạt được phát ra là

A. êlectrôn B. phôtôn C. nơtrôn D. prôtôn

58.5. Tương tác nào sau đây được gọi là hiện tượng hủy cặp

A. giữa nơtrôn và prôtôn B. giữa êlectrôn và prôtôn
C. giữa pôzitrôn và prôtôn D. giữa pôzitrôn và êlectrôn.

D. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

58.3. ***C***

Hạt prôtôn được cấu tạo từ ba hạt quac (u,u, d).

58.4. ***B***

Khi có hiện tượng hủy cặp thì hạt được phát ra là phôtôn.

58.5. ***D***

Tương tác giữa pôzitrôn và êlectrôn được gọi là hiện tượng hủy cặp.

Bài 59 – MẶT TRỜI – HỆ MẶT TRỜI

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Cấu tạo và chuyển động của hệ Mặt Trời

a) Cấu tạo của hệ Mặt Trời

- Mặt Trời ở trung tâm và 8 hành tinh quay quanh, từ gần ra xa Mặt Trời là: Thủy tinh, Kim tinh, Trái Đất, Hỏa tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên vương tinh và Hải Vương tinh.
- Các hành tinh có các vệ tinh chuyển động xung quanh, Trái Đất có vệ tinh là Mặt Trăng.
- Các hành tinh tí hon được gọi là các tiểu hành tinh. Giữa Hỏa tinh và Mộc tinh có hàng ngàn các tiểu hành tinh.
- Đơn vị thiên văn (đvtv) được dùng để đo khoảng cách từ hành tinh đến Mặt Trời
  1đvtv = 15.10^7 km (bằng khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trời)
- Khối lượng Mặt Trời $1{,}99.10^{30}$kg, gấp 333.000 lần khối lượng Trái Đất

b) Chuyển động

Tất cả các hành tinh đều chuyển động quanh Mặt Trời theo cùng một chiều (chiều thuận) và gần như nằm trong cùng mặt phẳng. Mặt Trời và các hành tinh đều quay quanh trục của nó theo chiều thuận (trừ Kim tinh).

2. Mặt Trời

- Khối lượng Mặt Trời $1,99.10^{30}$kg, gấp 333.000 lần khối lượng Trái Đất
- Mặt Trời gồm Quang cầu và Khí quyển
- Năng lượng Mặt Trời có được là do phản ứng nhiệt hạch xảy ra trong lòng Mặt Trời
- Năng lượng Mặt Trời truyền qua một đơn vị diện tích trong thời gian 1 giây đặt cách Mặt Trời 1dvtv được gọi là *hằng số Mặt Trời H*. Hằng số H = 1360 W/m^2

3. Trái đất

- Trái Đất quay quanh Mặt Trời theo quĩ đạo gần tròn. Trục quay của Trái Đất nghiêng so với mặt phẳng quĩ đạo quanh Mặt Trời của nó một góc 23°27'
- Trái Đất có bán kính 6357 km, khối lượng riêng 5.520 kg/m^3
- Trái Đất có lõi bán kính 3000km, nhiệt độ 3000 - 4000°C, bao quanh lõi có lớp trung gian, ngoài cùng là lớp vỏ dày 35 km được cấu tạo chủ yếu bởi granit
- Trái Đất có từ trường bao bọc gọi là từ trường Trái Đất hay địa từ. Trục từ nghiêng góc 11°5 so với trục Bắc Nam của Trái Đất.

4. Mặt Trăng

- Mặt Trăng cách Trái Đất 384.000km, là vệ tinh và quay quanh Trái Đất với chu kì 27,32 ngày.
- Mặt Trăng có bán kính 1.738 km khối lượng $7,35.10^{22}$ kg, gia tốc trọng trường $1,63\ m/s^2$.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Hệ Mặt Trời bao gồm các loại thiên thể nào?

Trả lời

Hệ Mặt Trời gồm: Mặt Trời + các hành tinh và các vệ tinh.

2. Nêu vắn tắt cấu trúc của Mặt Trời.

Trả lời

- Là một ngôi sao màu vàng, có nhiệt độ bề mặt 6000 K, nhiệt độ trong lòng lên đến hàng chục triệu độ.
- Có bán kính lớn hơn 109 lần bán kính Trái Đất và khối lượng gấp 333.10^3 lần khối lượng Trái Đất.
- Năng lượng Mặt Trời là do phản ứng tổng hợp hạt nhân hiđrô thành hạt hêli.

3. Nêu vắn tắt sự hoạt động của Mặt Trời và tác động chính của nó đối với Trái Đất.

Trả lời

- *Hoạt động của Mặt Trời*

  Mặt Trời sáng không đều, tùy từng thời kì hoạt động mà xuất hiện các vết đen nhiều hay ít.
  - Năm Mặt Trời có nhiều vết đen gọi là năm Mặt Trời hoạt động.
  - Năm Mặt Trời có ít vết đen gọi là năm Mặt Trời tĩnh.
  - Hoạt động của Mặt Trời diễn ra theo chu kì, có trị số trung bình khoảng 11 năm.
- *Tác động của Mặt Trời đối với Trái Đất*

  Năng lượng Mặt Trời và các bức xạ điện từ do nó phát ra tác động mạnh tới Trái Đất:
  - Làm nhiễu loạn thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến ngắn.
  - Làm biến thiên từ trường Trái Đất, gây bão từ.
  - Ảnh hưởng tới trạng thái thời thiết trên Trái Đất, đến quá trình phát triển của các sinh vật và sức khỏe con người.

4. Nêu một số đặc điểm chính của Trái Đất và Mặt Trăng.

Trả lời

- ***Trái đất***
  - quay quanh Mặt Trời theo quĩ đạo gần tròn. Trục quay của Trái Đất nghiêng so với mặt phẳng quĩ đạo quanh Mặt Trời của nó một góc $23^o27'$.
  - có bán kính 6357 km, khối lượng riêng $5.520 kg/m^3$.
  - có lõi bán kính 3000 km, nhiệt độ 3000 - 4000°C, bao quanh lõi có lớp trung gian, ngoài cùng là lớp vỏ dày 35 km được cấu tạo chủ yếu bởi granit.
  - có từ trường bao bọc gọi là từ trường Trái Đất hay địa từ. Trục từ nghiêng góc 11^o5 so với trục Bắc Nam của Trái Đất.
- ***Mặt Trăng***
  - cách Trái Đất 384.000km, là vệ tinh và quay quanh Trái Đất với chu kì 27,32 ngày.

- có bán kính 1.738 km, khối lượng $7,35.10^{22}$ kg, gia tốc trọng trường $1,63\ m/s^2$.

▼

59.1. Đường kính Trái Đất ở xích đạo là giá trị nào sau đây?

A. 1600 km. B. 3200 km D. 6400 km D. 12756 km

Hướng dẫn giải

Đường kính Trái Đất ở xích đạo là: D = 2R = 2 . 6378 = 12756 km

Đáp án : D

59.2. Trái Đất chuyển động quanh Mặt Trời theo quĩ đạo gần tròn có bán kính vào khoảng nào sau đây?

A. 15.10^5 km B. 15.10^7 km

C. 15.10^8 km D. 15.10^9 km

Hướng dẫn giải

Trái Đất chuyển động quanh Mặt Trời theo quĩ đạo gần tròn có bán kính vào khoảng 1đvtv = 15.10^7 km.

Đáp án B

C. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

59.3. Tính từ Mặt Trời ra Trái Đất là hành tinh thứ

A. 1 B. 3 C. 5 D.7

59.4. Nếu tính từ Mặt Trời ra xa dần thì thứ tự các sao nằm đúng là:

A. Thủy tinh, Kim tinh, Trái Đất, Hỏa tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên vương tinh và Hải Vương tinh.

B. Thổ tinh, Thiên vương tinh, Hải Vương tinh, Thủy tinh, Kim tinh, Hỏa tinh, Trái Đất, Mộc tinh.

C. Mộc tinh, Thổ tinh, Trái Đất, Hỏa tinh, Thủy tinh, Kim tinh, Hải vương tinh, Thiên vương tinh.

D. Thiên vương tinh, Hải Vương tinh, Trái Đất, Hỏa tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thủy tinh, Kim tinh.

D. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

59.3. ***B***

Tính từ Mặt Trời ra Trái Đất là hành tinh thứ 3, sau Sao Thủy và Sao Kim.

59.4. ***A***

Nếu tính từ Mặt Trời ra xa dần thì thứ tự các sao nằm đúng là:

Thủy tinh, Kim tinh, Trái Đất, Hỏa tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên vương tinh và Hải Vương tinh.

Bài 60 – SAO – THIÊN HÀ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Sao

Là các khối khí nóng sáng như Mặt trời, có nhiệt độ trong lòng cao hàng chục triệu độ; nhiệt độ mặt ngoài cao nhất đến 50 000 K; thấp nhất 3000 K.

Xung quanh các sao có các hành tinh chuyển động giống như hệ Mặt Trời. Các sao ở xa nên ta thấy chúng như những điểm sáng. Độ sáng thực của các sao phụ thuộc vào công suất bức xạ của nó.

2. Các loại sao

a) Đa số các sao tồn tại trong trạng thái ổn định có kích thước, nhiệt độ không đổi trong khoảng thời gian dài. Mặt Trời là một trong số các sao này.

b) Có một số sao đặc biệt như : *Sao biến quang, Sao mới, Sao nơtrôn, Punxa*

- *Sao biến quang* có hai loại: Sao biến quang che khuất, Sao biến quang do nén dãn.
  - Sao biến quang che khuất : là hệ sao đôi (gồm sao chính và sao vệ tinh), mỗi sao có độ sáng không đổi nhưng do sao này quay quanh sao kia mà khi một sao bị che khuất độ sáng tổng hợp bị giảm. Độ sáng biến thiên có chu kì.
  - Sao biến quang do nén dãn có độ sáng thay đổi thực sự theo một chu kì xác định.
- *Sao mới*

  Là sao có độ sáng tăng đột ngột lên hàng ngàn, hàng vạn lần hoặc hàng triệu lần (sao siêu mới)
- *Sao nơtrôn, Punxa*

  Là sao bức xạ năng lượng dưới dạng xung sóng điện từ rất mạnh. Sao nơtron được cấu tạo bởi các hạt nơtron có mật độ cực kì lớn 10^{14} g/cm^3. Punxa là lõi sao nơtron tự quay với tốc độ 640 vòng /s và phát ra sóng điện từ mạnh

c) Lỗ đen, tinh vân

- Lỗ đen là thiên thể được dự đoán bởi lí thuyết, có trường hấp dẫn rất lớn nên thu hút mọi vật thể, ngay cả photon.
- Tinh vân là những đám mây sáng, đó là các đám bụi khổng lồ được rọi sáng bởi các ngôi sao ở gần đó, hoặc là đám khí bị ion hóa được phóng ra từ các sao mới hoặc sao siêu mới.

3. Sự tiến hóa của các sao

- Các sao đều được hình thành từ một đám tinh vân khí hiđrô.
- Các sao có khối lượng cỡ khối lượng Mặt Trời trở xuống có thể tồn tại khoảng 10 tỉ năm, sau đó sẽ tiến hóa để thành một sao chất trắng (sao lùn) là sao có bán kính chỉ bằng một phần trăm hoặc một phần nghìn lần bán kính Mặt Trời.
- Còn các sao có khối lượng lớn hơn Mặt Trời (từ 5 lần trở lên) thì chỉ sống được khoảng 100 triệu năm sau đó sẽ biến hóa thành punxa, sao nơron, lỗ đen.

4. Thiên hà

- Các sao trong Vũ trụ tồn tại thành các hệ thống tương đối độc lập nhau gọi là thiên hà.
- Thiên hà có các loại như: Thiên hà xoắn ốc, thiên hà ellip, thiên hà không định hình.
- Đường kính các thiên hà khoảng 100 nghìn năm ánh sáng.
- Thiên Hà của chúng ta là Ngân hà, thuộc loại thiên hà xoắn ốc có đường kính khoảng 90 nghìn năm ánh sáng.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Ta có nhận thấy các sao trên bầu trời ban đêm có màu sắc khác nhau không ? Theo em, màu sắc của sao thể hiện đặc trưng nào của trạng thái sao ?

Trả lời

Màu sắc của sao thể hiện đặc trưng của trạng thái sao:

- Độ sáng thực của sao. Độ sáng thực này phụ thuộc vào công suất bức xạ của sao.
- Khoảng cách từ sao đó đến Trái Đất.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Sao là gì? Nêu những đặc trưng chính của sao.

Trả lời

- ***Sao***

  Là các khối khí nóng sáng như Mặt Trời, có nhiệt độ trong lòng cao hàng chục triệu độ; nhiệt độ mặt ngoài cao nhất đến 50 000 K; thấp nhất 3000 K.
- ***Đặc trưng chính***
  - Xung quanh các sao có các hành tinh chuyển động giống như hệ Mặt Trời.
  - Các sao ở xa nên ta thấy chúng như những điểm sáng.

    - Độ sáng thực của các sao phụ thuộc vào công suất bức xạ của nó.

2. Nêu vắn tắt một số loại sao đặc biệt.

Trả lời

Một số sao đặc biệt như : *Sao biến quang, Sao mới, Sao nơtrôn, Punxa*

- ***Sao biến quang*** có hai loại: *Sao biến quang che khuất, Sao biến quang do nén dãn.*
    - Sao biến quang che khuất : là hệ sao đôi (gồm sao chính và sao vệ tinh), mỗi sao có độ sáng không đổi nhưng do sao này quay quanh sao kia mà khi một sao bị che khuất độ sáng tổng hợp bị giảm. Độ sáng biến thiên có chu kì
    - Sao biến quang do nén dãn ; có độ sáng thay đổi thực sự theo một chu kì xác định.
- ***Sao mới***
    - Là sao có độ sáng tăng đột ngột lên hàng ngàn, hàng vạn lần hoặc hàng triệu lần (sao siêu mới).
- ***Sao nơtrôn, Punxa***

  Là sao bức xạ năng lượng dưới dạng xung sóng điện từ rất mạnh. Sao nơtron được cấu tạo bởi các hạt nơtron có mật độ cực kì lớn 10^{14} g/cm^3. Punxa là lõi sao nơtron tự quay với tốc độ 640 vòng /s và phát ra sóng điện từ mạnh.

3. Thiên hà là gì? Nêu các loại thiên hà.

Trả lời

- Các sao trong vũ trụ tồn tại thành các hệ thống tương đối độc lập nhau gọi là thiên hà. Đường kính các thiên hà khoảng 100 nghìn năm ánh sáng.
- Thiên hà có các loại như: Thiên hà xoắn ốc, thiên hà ellip, thiên hà không định hình.

4. Thiên Hà của chúng ta thuộc loại gì? Trình bày sơ lược về Thiên Hà của chúng ta.

Trả lời

Thiên Hà của chúng ta là Ngân hà, thuộc loại thiên hà xoắn ốc, dạng đĩa dẹt, phần giữa phồng to, phần mép dẹt. có đường kính khoảng 90 nghìn năm ánh sáng. Bề dày của chỗ phồng to nhất khoảng 15 000 năm ánh sáng.

▼

60.1. Mặt Trời thuộc loại sao nào sau đây?

A. Sao chất trắng.

B. Sao nơtrôn.

C. Sao khổng lồ (hay sao kềnh đỏ).

D. Sao trung bình giữa sao chất trắng và sao khổng lồ.

Hướng dẫn giải

Mặt Trời thuộc loại sao trung bình giữa sao chất trắng và sao khổng lồ.

Đáp án: D

60.2. Đường kính của một thiên hà vào cỡ nào sau đây?

A. 10 000 năm ánh sáng. B. 100 000 năm ánh sáng.

C. 1 000 000 năm ánh sáng. D. 10 000 000 năm ánh sáng.

Hướng dẫn giải

Đường kính của một thiên hà vào cỡ 100 000 năm ánh sáng.

Đáp án:B

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

60.3. Năng lượng phát ra từ các ngôi sao là do

A. Các phản ứng hóa học giữa các phân tử phát ra.

B. Phản ứng phân hạch.

C. Phản ứng nhiệt hạch.

D. Do sự va chạm giữa các nguyên tử.

60.4. Có mấy loại thiên hà

A. 3 B. 4 C. 5 D.2

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

60.3. ***C***

Năng lượng phát ra từ các ngôi sao là do phản ứng nhiệt hạch.

60.4. ***A***

Thiên hà có ba loại như: Thiên hà xoắn ốc, thiên hà ellip, thiên hà không định hình.

Bài 61 – THUYẾT BIA BANG (VỤ NỔ LỚN)

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Các thuyết về sự tiến hóa của vũ trụ

Có hai trường phái:

- *Trường phái thứ nhất (Fred Hoyle)*: Vũ trụ ở trong trạng thái ổn định " vô thủy vô chung" không thay đổi từ quá khứ đến tương lai. Vật chất được tạo ra một cách liên tục.
- *Trường phái thứ hai*: cho rằng vũ trụ được tạo ra bởi vụ nổ cực lớn, mạnh, cách đây khoảng 14 tỉ năm, được gọi là Big Bang hiện nay đang dãn nở, nguội dần và loãng dần.

2. Các sự kiện thiên văn quan trọng

- Nhà bác học Mĩ Hớp-bơn: quan sát thấy các thiên hà đều lùi ra xa hệ Mặt Trời, tốc độ lùi ra xa v tỉ lệ với khoảng cách d từ thiên hà đến Mặt Trời.

  $v = Hd$ với $H = 1{,}7.10^{-2}$(m/s.năm ánh sáng)

  Đây là bằng chứng cho thấy Vũ trụ đang dãn nở
- Bức xạ nền vũ trụ: Người ta đã quan sát được trong vũ trụ tồn tại bức xạ ứng với nhiệt độ khoảng 3K, được gọi là bức xạ 3K hay bức xạ nền vũ trụ

  Hai sự kiện quan trọng trên chứng minh thuyết Big Bang là đúng

3. Thuyết Big Bang

- Vũ trụ bắt đầu dãn nở từ một "điểm kì dị". Tại điểm này các định luật vật lí đã biết không áp dụng được.
- Ta chỉ dự đoán được những sự kiện xảy ra bắt đầu từ thời điểm t_P bằng 10^{-43} s sau vụ nổ lớn, thời điểm này được gọi là thời điểm Plăng, tại thời điểm này kích thước Vũ trụ khoảng 10^{-35}m, nhiệt độ là 10^{32}K, mật độ 10^{91}kg/cm^3. Từ thời điểm này vũ trụ dãn nở rất nhanh, nhiệt độ của vũ trụ giảm dần.
  - Các nulôn xuất hiện sau vụ nổ 10^{-6} giây.
  - Ba phút sau đó mới xuất hiện hạt nhân nguyên tử đầu tiên.
  - Ba trăm nghìn năm sau mới xuất hiện các nguyên tử đầu tiên.
  - Ba triệu năm sau mới xuất hiện các sao, các thiên hà.
  - Tại t= 14 tỉ năm Vũ trụ ở trạng thái hiện nay với nhiệt độ trung bình 2.7K.

  Thuyết Big Bang chưa giải thích hết các sự kiện quan trọng trong vũ trụ và đang được các nhà vật lí thiên văn phát triển và bổ sung.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Tính tốc độ lùi xa của một thiên hà cách chúng ta hai trăm nghìn năm ánh sáng.

Trả lời

Tốc độ lùi xa của một thiên hà cách chúng ta một khoảng d = 200 000 năm ánh sáng là:

$$v = Hd \quad \text{với } H = 1{,}7.10^{-2}\text{(m/s.năm ánh sáng)}$$

$$\Rightarrow v = 1{,}7.10^{-2} . 200\,000 = 3400 \text{ m/s}$$

Đáp số : v = 3400 m/s

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1. Nêu hai sự kiện thiên văn quan trọng xác nhận tính đúng đắn của thuyết Big Bang.

Trả lời

Xem phần kiến thức căn bản cần nắm vững ở đầu bài 61.

2. Nêu vắn tắt một số điều xảy ra ở các thời điểm quan trọng sau Vụ nổ lớn.

Trả lời

- Các nulôn xuất hiện sau vụ nổ 10^{-6} giây.
- Ba phút sau đó mới xuất hiện hạt nhân nguyên tử đầu tiên.
- Ba trăm nghìn năm sau mới xuất hiện các nguyên tử đầu tiên.
- Ba triệu năm sau mới xuất hiện các sao các thiên hà.
- Tại t = 14 tỉ năm vũ trụ ở trạng thái hiện nay với nhiệt độ trung bình 2,7K.

▼

61.1. Theo thuyết Big Bang, các nguyên tử đầu tiên xuất hiện vào thời điểm nào sau vụ nổ:

A. t = 3 000 năm. B. t = 30 000 năm.

C. t = 300 000 năm. D. t = 3 000 000 năm.

Hướng dẫn giải

Theo thuyết Big Bang, các nguyên tử đầu tiên xuất hiện vào thời điểm 300 000 năm sau vụ nổ.

Đáp án: C

61.2. Các vạch quang phổ của các thiên hà

A. Đều bị lệch về phía bước sóng ngắn.

B. Đều bị lệch về phía bước sóng dài.

C. Hoàn toàn không bị lệch về phía nào cả.

D. Có trường hợp lệch về phía bước sóng ngắn, có trường hợp lệch về phía bước sóng dài.

Hướng dẫn giải

Các vạch quang phổ của các thiên hà đều bị lệch về phía bước sóng dài.

Đáp án: B

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

61.3. Theo thuyết Big Bang thì vũ trụ được hình thành là do vụ nổ lớn cách nay

A. 16 tỉ năm B. 15 tỉ năm

C. 14 tỉ năm D. 13 tỉ năm

61.4. Theo thuyết Big Bang thì vũ trụ tại thời điểm cách đây 10 tỉ năm thì vũ trụ có

A. nhiệt độ nhỏ hơn 10^{32}K, mật độ lớn hơn 10^{91} kg/cm^3

B. nhiệt độ lớn hơn 10^{32}K, mật độ nhỏ hơn 10^{91} kg/cm^3

C. nhiệt độ nhỏ hơn 10^{32}K, mật độ bằng 10^{91}kg/cm^3

D. nhiệt độ nhỏ hơn 10^{32}K, mật độ nhỏ hơn 10^{91}kg/cm^3

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

61.3. ***C***

Theo thuyết Big Bang thì vũ trụ được hình thành là do vụ nổ lớn cách nay 14 tỉ năm.

61.4. ***D***

Theo thuyết Big Bang thì vũ trụ tại thời điểm cách đây 10 tỉ năm thì vũ trụ có nhiệt độ nhỏ hơn 10^{32}K, mật độ nhỏ hơn 10^{91}kg/cm^3.

MỤC LỤC

CHƯƠNG I – ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN

BÀI 1 - Chuyển động của vật rắn quay quanh một trục cố định 5
BÀI 2 - Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định ... 14
BÀI 3 - Momen động lượng – Định luật bảo toàn momen động lượng 21
BÀI 4 - Động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định 27

CHƯƠNG II – DAO ĐỘNG CƠ

BÀI 6 - Dao động điều hòa 33
BÀI 7 - Con lắc đơn – Con lắc vật lí 43
BÀI 8 - Năng lượng trong dao động điều hòa 50
BÀI 10 - Dao động tắt dần và dao động duy trì 56
BÀI 11 - Dao động cưỡng bức – Cộng hưởng 60
BÀI 12 - Tổng hợp dao động 64

CHƯƠNG III – SÓNG CƠ

BÀI 14 - Sóng cơ – Phương trình sóng 71
BÀI 15 - Phản xạ sóng - Sóng dừng 79
BÀI 16 - Giao thoa sóng 85
BÀI 17 - Sóng âm – Nguồn nhạc âm 91
BÀI 18 - Hiệu ứng Đốp-ple 98

CHƯƠNG IV – DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

BÀI 21 - Dao động điện từ 103
BÀI 23 - Điện từ trường 109
BÀI 24 - Sóng điện từ 112
BÀI 25 - Truyền thông bằng sóng điện từ 117

CHƯƠNG IV– DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

BÀI 26 - Dòng điện xoay chiều – Mạch điện xoay chiều chỉ có điện trở thuần........ 120
BÀI 27 - Mạch điện xoay chiều chỉ có tụ điện, cuộn cảm 126
BÀI 28 - Mạch R, L, C mắc nối tiếp – Cộng hưởng điện 136
BÀI 29 - Công suất của dòng điện xoay chiều – Hệ số công suất 144
BÀI 30 - Máy phát điện xoay chiều 150
BÀI 31 - Động cơ điện không đồng bộ ba pha 155
BÀI 32 - Máy biến áp – Truyền tải điện năng 159

CHƯƠNG VI – SÓNG ÁNH SÁNG

BÀI 35 – Tán sắc ánh sáng 165
BÀI 36 – Nhiễu xạ ánh sáng – Giao thoa ánh sáng 170
BÀI 37 – Khoảng vân – Bước sóng và màu sắc ánh sáng 175
BÀI 39 – Máy quang phổ – Các loại quang phổ 183
BÀI 40 – Tia hồng ngoại và tia tử ngoại 189
BÀI 41 – Tia X – Thuyết điện từ ánh sáng – Thang sóng điện từ 193

CHƯƠNG VII – LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

BÀI 43 – Hiện tượng quang điện ngoài – Các định luật quang điện 199
BÀI 44 – Thuyết lượng tử ánh sáng – Lưỡng tính sóng-hạt của ánh sáng 206
BÀI 46 – Hiện tượng quang điện trong – Quang trở – Pin quang điện 213
BÀI 47 – Mẫu nguyên tử Bo và quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô 217
BÀI 48 – Sự hấp thụ ánh sáng – Sự phản xạ lọc lựa – Màu sắc các vật 221
BÀI 49 – Sự phát quang – Sơ lược về laze 225

CHƯƠNG VIII – SƠ LƯỢC VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP

BÀI 50 – Thuyết tương đối hẹp 229
BÀI 51 – Hệ thức Anh-xtanh giữa khối lượng và năng lượng 233

CHƯƠNG IX – HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

BÀI 52 – Cấu tạo hạt nhân nguyên tử – Độ hụt khối 236
BÀI 53 – Phóng xạ 242
BÀI 54 – Phản ứng hạt nhân 249
BÀI 56 – Phản ứng phân hạch 254
BÀI 57 – Phản ứng nhiệt hạch 257

CHƯƠNG X – TỪ VI MÔ ĐẾN VĨ MÔ

BÀI 58 – Các hạt sơ cấp 261
BÀI 59 – Mặt Trời – Hệ Mặt Trời 265
BÀI 60 – Sao – Thiên hà 268
BÀI 61 – Thuyết Big Bang (Vụ nổ lớn) 272